

РАЗВОЈ ПОСТПРОЦЕСОРСКОГ МОДУЛА ЗА ПРОГРАМИРАЊЕ НУМЕРИЧКИ
УПРАВЉАНИХ МАШИНА АЛАТКИ ЗА ОБРАДУ СТРУГАЊЕМDEVELOPMENT OF A POST-PROCESSING MODULE FOR CNC TURNING MACHINE
TOOLS

Милош Тојагић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – МАШИНСТВО

Кратак садржај – Тема рада је развој постпроцесора за програмирање нумерички управљаних машина алатки. Описана је историја CNC машина и наведена је њихова подела а акценат је на машинама алаткама за обраду стругањем. Описани су програмски системи из групе CIM технологија а детаљније је описан модул за постпроцесирање. Креиран је постпроцесор, приказан је процес решавања задатка као и крајњи резултат рада.

Кључне речи: CNC машине алатке, програмирање машина алатки, креирање постпроцесорског модула

Abstract – The topic of this paper is development of the postprocessor for the programming of numerically controlled machine tools. The history of CNC machines is described and their division is indicated, and the emphasis is on machines with turning tools. Program systems from the group of CIM technologies are described and the post-processing module is described in detail. A post-processor was created, the process of solving tasks and final result of the work were shown.

Keywords: CNC machine tools, machine tool programming, post processing module creation

1. УВОД

Задатак рада обухвата креирање постпроцесорског модула за нумерички управљану машину алатку уз анализу могућности примене савремених програмских система. Постпроцесорски подсистем САМ технологије представља подсистем који путању алата претвара у управљачки код прилагођен машини алатки и њеном управљачком систему.

2. ИСТОРИЈА CNC МАШИНА

Проналазак машина које раде уместо човека био је велики искорак у људској историји. Појавом серијске производње дошло је до развоја машина алатки. Машине алатке омогућавају прецизно обликовање материјала са циљем стварања делова и производа који се користе свакодневно [1]. Средином двадесетог века створене су прве нумерички управљане машине алатке и њихова примена се убрзо повећала.

Напомена:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Слободан Табаковић, ред. проф.

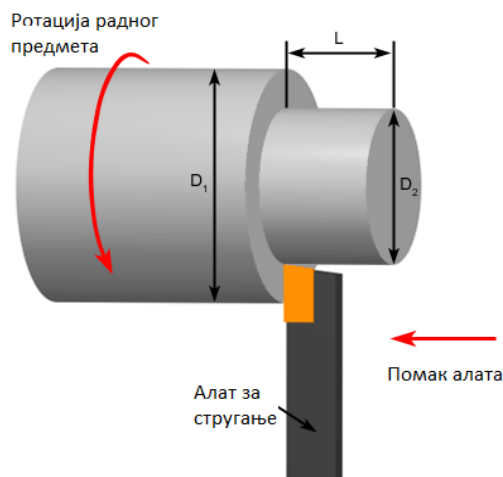
Дошло се до сазнања да су нумерички управљане машине прецизније, да остварују бољи квалитет обраде и да производе уједначеније делове у односу на делове произведене машинама са ручним управљањем.

Нумеричко управљање се може дефинисати као метода управљања машинама алаткама где се кодиране геометријске и технолошке инструкције уносе у контролни систем машине алатке. Инструкције су сачињене од комбинације слова, бројева и одређених симбола, сложене логичким распоредом и по претходно дефинисаној форми.

Компјутерски нумеричко управљање (CNC- Computer Numerical Control) представља новију, унапређену технологију нумеричког управљања (NC- Numerical Control). Флексибилност је једна од главних предности CNC технологије и разлог велике распрострањености оваквих машина алатки у модерној производњи. Постоје различите врсте CNC машина, једна од група у које ове машине спадају јесу машине алатке за обраду скидањем струготине стругањем [3].

3. CNC МАШИНЕ АЛАТКЕ ЗА ОБРАДУ
СТРУГАЊЕМ

Машине алатке за обраду стругањем служе за обраду делова најчешће цилиндричног облика и такве машине називамо струговима. Код стругања радни предмет врши ротационо кретање а алат, који је најчешће стационаран, прилази у контакт са радним предметом и обрађује га [2].



Слика 1. Шематски приказ принципа стругања

Операцијама обраде стругањем могуће је изградити разне производе: различите врсте вијака, навртки, осовина, вратила, чаура, ременица, клинова, клипова, кућишта и још много тога. Основна подела код операција обраде стругањем је на операције уздужне и попречне обраде, али изводи се и израда конуса (спољашњег и унутрашњег), израда профила (профилним алатом и копирањем), неротационо стругање (призматичних делова и леђно стругање), израда навоја (спољашњег и унутрашњег), израда и обрада отвора и рупа, израда различитих врста жљебова итд.

Према квалитету обрађене површине која је резултат одабира алата и параметара обраде разликујемо грубу, полузавршну и завршну обраду.

На CNC машинама, сва кретања алата контролисана су координатним системом. Њихово прецизно позиционирање у машини алатке остварује се дефинисањем карактеристичних координатних система и њихових почетних тачака у односу на које се врши оријентација и дефинисање позиције подсистема машина.

4. САМ ПРОГРАМСКИ СИСТЕМИ

Савремени принципи управљања CNC машина алатки подразумевају употребу специјализованих софтвера за обављање послова израде управљачких програма. CAM (Computer Aided Manufacturing) – рачунаром подржана производња уз CAD (Computer Aided Design) – рачунаром подржано дизајнирање, део су модерне технологије CIM (Computer Integrated Manufacturing) – рачунаром интегрисана производња [3].

Програмски системи се деле према различитим критеријума, између осталог и према технологији обраде којој су намењени. Постоје САМ програмски системи специфично прилагођени обради материјала скидањем струготине. Технологија обраде скидањем струготине је историјски гледано прва производна технологија у коју је имплементирано нумеричко управљање.

Структуру програмских система чине три модула, а то су препроцесор, процесор и постпроцесор. Препроцесор као уводни подсистем има за циљ формирање и обликовање улазних информација у геометријској форми. Основни задатак процесора је формирање путање алата која касније служи постпроцесорском модулу где се финализује процес.

4.1. Постпроцесор

Постпроцесор се израђује у складу са спецификацијама које одређује [3]:

- редослед кретања оса конкретне НУ машине,
- карактеристике управљачког подсистема
- ограничења дефинисана сигурносним протоколима,
- опште функције кретања и помоћне функције програмирања,
- методу описа геометријских елемената путање алата (примена релативних или апсолутних координата, векторску или скаларну методу описа криволинијских сегмената путање и сл.),
- допунске информације дефинисане од стране корисника у складу са технолошком документацијом, итд.

Ова спецификација се дефинише за конкретног корисника а у складу са управљачким системом машине алатке и њеним физичким карактеристикама.

5. SIEMENS NX АЛАТИ ЗА ГЕНЕРИСАЊЕ ПОСТПРОЦЕСОРА

SiemensNX представља Siemens-ово CAD/CAM/CAE софтверско решење. Спада у групу напредних и комплексних 3д софтвера, посебно погодан моделовању већих склопова и комплекснијих делова [4].

У оквиру SiemensNX-а постоји сет програмских система намењен креирању постпроцесора и назива се Post Builder. Post Builder пружа графички кориснички интерфејс за креирање постпроцесора. Садржи библиотеку управљачких јединица, подржава употребу више популарних, подразумевајући Siemens Sinumerik управљачке јединице.

Дефинисање и прилагођавање постпроцесора у Post Builderу обухвата групе подешавања која се односе на машину алатку, програм и путању алата, N/C податке, подешавање излазних информација, виртуелни N/C контролер.

У оквиру SiemensNX-а постоји још један модул за дефинисање постпроцесора а назива се PostConfigurator.

6. ИЗРАДА И ВЕРИФИКАЦИЈА ПОСТПРОЦЕСОРА ЗА НУ СТРУГ

6.1. Задатак

Задатак рада је дефинисање постпроцесорског модула за НУ струг. На основу опште прихваћених критеријума потребно је прилагодити параметре у постпроцесору. Управљачки систем машине алатке такође треба узети у обзир и ускладити постпроцесор према могућностима.

6.2. Машина

Машина за коју је дефинисан постпроцесор је CNC струг произвођача Revera Design. У питању је струг са две нумерички управљане праволинијске осе (X и Z осе). Машина алатка има систем за хлађење и подмазивање.

Пречник који стезна глава може захватити је $\varnothing 125\text{mm}$.

Путања по Z осе је 340mm, софтверски ограничена на 130mm а реална путања је 270mm.

Путања по X осе је 96mm.

Брзина обртања је у распону од 240 до 1800 o/min. Могућа брзина обртања (ротација стезне главе машине) $n=3000\text{ o/min}$.

Машина алатка је специјално направљена за лабораторијске услове. Конструкција машине подржава обраду различитих врста материјала, пре свега лаких метала и различитих типова пластика, електрични погон се напаја монофазном струјом. Налази се у лабораторији Научно-технолошког парка у Новом Саду.

6.3. Управљачки систем машине алатке

Управљачки систем НУ струга за који је, у овом задатку, израђиван постпроцесор је Mach3. У питању је софтверски производ компаније Artsoft који станд-

радном рачунару даје функцију CNC управљачког система. Mach3 функционише на већини Windows оперативних система, контролише кретање степ и серво мотора машине алатке процесирањем G кода. Mach3 је могуће прилагодити личним потребама и ширим је на различитим машинама. Интерфејс овог софтвера је једноставан и могуће га је изменити тако да се прилагоди потребама сваког корисника [5].

6.4. Поступак израде постпроцесора

Након што су установљени услови за које се израђује постпроцесор ступа се у поступак израде. На основу листе кодова које подржава управљачка јединица Mach3 и на основу димензија радног простора, брзине обртања главног вретена, начина довођења средства за хлађење и подмазивање и других фактора, дефинишу се параметри постпроцесора.

Постпроцесор за овај НУ струг је израђен на бази постпроцесора за Fanuc управљачки систем. Прилагођено је то да су управљане осе само X и Z, док се за Y осу уопште не генеришу управљачке речи. Узимајући у обзир да машина алатка нема магацин алата, процес измене алата је пребачен са аутоматске на ручну измену алата.

Коментари у управљачком програму намењени су дељењу програма ради лакшег читања и праћења у току обраде или једноставно при прегледању G кода. Додати су коментари за означавање почетка и краја програма, за означавање почетка операције обраде, у виду обавештења оператеру на машини алатки за замену алата. Почетак и крај коментара се означавају заградама. За јединице мере су задржане метричке јединице а не инчи.

У склопу SiemensNX-a, у модулу за моделовање креиран је тест радни предмет. У модулу Manufacturing који служи за примену САМ технологије креиране су операције обраде, дефинисани су алати који ће се користити за обраду. Након тога добијена путања алата се постпроцесира према претходно креираном постпроцесору.

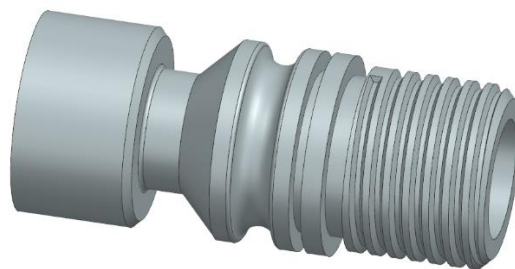
Уколико софтвер не даје упозорења о грешкама у креираном управљачком коду, креирано је на исправан начин. Ако је у питању други случај да софтвер препозна грешку у креираном G коду, неопходно је идентификовати грешку при креирању постпроцесора у Post Builder, кориговати је и поновити поступак све док се не добије жељени резултат.

Добија се управљачки код. Цео управљачки код је депонован на Факултету техничких наука у Новом Саду.

6.2. Верификација применом тест радног предмета

Верификација управљачког програма применом тест радног предмета се обавља са циљем практичне провере квалитета израде постпроцесора.

Радни предмет је претходно моделиран у савременом 3Д софтверу SiemensNX у чијем модулу (PostBuilder) је и израђен постпроцесор. Тест радни предмет се израђује од припремке пластичног материјала, димензија $\varnothing 50 \times 118$ мм. Димензије и геометрија припремка су прилагођене стезном прибору машине алатке и искористивим димензијама радног простора.



Слика 2. Трoдимензионални модел тест радног предмета

7. ЗАКЉУЧАК

Рађено је у следећим модулима у оквиру програмског система:

- модул за 3Д моделовање, у коме је креиран тест радни предмет
- модул за САМ, у коме су дефинисане операције обраде и креирана је путања алата
- модул за постпроцесирање – PostBuilder, у коме је израђен постпроцесор.

Утврђено је да је неопходно обратити пажњу на сваки детаљ при дефинисању постпроцесора. Свака погрешно дефинисана карактеристика или контрадикторност у постпроцесорском модулу онемогућује израду управљачког кода и захтева враћање неколико корака у назад што изискује додатно време.

Доста уштеде на времену доприноси креирање постпроцесора на бази већ постојећег сличних карактеристика. На тај начин није потребно од самог почетка дефинисати све детаље које велики број машина из исте групе међусобно деле.

Програмски систем за САМ у оквиру SiemensNX-a има велику базу података алата за операције стругања, као и широк спектар операција обраде. За овај модул постоји одговарајућа корисничка помоћ и детаљна упутства за његову примену.

Post Builder пружа једноставан кориснички интерфејс, иако старомодног изгледа погодан је за оријентацију при раду.

Управљачки систем Mach3 представља најпростије решење и врло једноставно се управљачки код увози и изводи из система. Корисник има могућност праћења рада машине алатке, има увид у времена обраде и сл. На корисничком интерфејсу овог управљачког система постоје опције за кориговање параметара обраде тако да је на пример могуће смањити број обртаја главног вретена, могуће је зауставити кретање машине и слично.

Постпроцесор је могао бити израђен у SiemensNX-овом Post Configurator-у, за будући развој овог задатка било би интересантно упоредити овај модул са Post Builder-ом. Изведена је виртуелна симулација обраде, израђен је управљачки код за тест радни предмет за дефинисану поставку машине и управљачког система. Услед временског ограничења није урађена физичка обрада на машини алатки, за даљи развој задатка би се то одрадило.

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] „Toolingu,“ Toolingu, 22 August 2015. [На мрежи]. Available:
http://www.toolingu.com/images/finished_pdf_files/300100.pdf. [Последњи приступ 5 August 2023]
- [2] P. Smid, „CNC Programming Handbook,“ у *CNC Programming Handbook*, New York, Industrial Press Inc., 2003, p. 529.
- [3] M. Zeljković, S. Tabaković, A. Živković, S. Živanović, C. Mladenović i M. Knežev, *Osnove CAD/CAE/CAM tehnologija*, Novi Sad: Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, 2018.
- [4] „Postprocessing and machining simulation,“ Siemens NX, 2023. [На мрежи]. Available:
<https://plm.sw.siemens.com/en-US/nx/manufacturing/cam-software/postprocessing-simulation/>. [Последњи приступ 15 August 2023].
- [5] (2023). *Mach 3*. Preuzeto sa machsupport:
<https://www.machsupport.com/software/mach3/>

Кратка биографија:



Милош Тојагић рођен је у Новом Саду 1999. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Машинствао – Производно машинство одбранио је 2023.год.

Контакт:
milostojagic1999@gmail.com