



M. Glavonjić<sup>1)</sup>, S. Živanović<sup>2)</sup>

## NOVI PRISTUP PROGRAMIRANJU NUMERIČKI UPRAVLJANIH MAŠINA ALATKI PRIMENOM STEP-NC<sup>3)</sup>

**Rezime:** Novi metod programiranja numerički upravljanih mašina alatki, koji se javlja kao alternativa G kôdu (po standardu ISO6983), je protokol AP238, ili STEP-NC, po standardu ISO 10303. U radu je dato poređenje klasičnog (G kôd) i novog načina programiranja (STEP-NC), struktura opreme potrebne za novi metod programiranja, struktura programa i aktuelni scenariji za primenu protokola STEP-NC.

**Ključne reči:** STEP-NC, programiranje, NUMA

### 1. UVOD

Izazovi u pogledu daljeg razvoja novih generacija numerički upravljanih mašina alatki (NUMA) uvek su aktuelni. U domenu upravljanja istraživanja se odnose na razvoj upravljačkih sistema otvorene arhitekture, a u domenu programiranja otvoren je izazov za programiranje mašina alatki primenom STEP-NC standarda, kao novom metodu programiranja NUMA [1-6].

Izazov za razvoj novog metoda programiranja već je otvoren, ali još uvek nedovršen posao. Već više od pola veka programiranje numerički upravljanih mašina alatki (NUMA) je zasnovano na G-kôdu, prema standardu RS274D (ISO 6983). Ovaj standard definiše proces obrade preko jednostavnih kretanja alata u odnosu na obradak, poput linearne i kružne interpolacije (pomoću pripremljenih, G funkcija, za definisanje vrsta tih kretanja alata) i raznih uključivanja i isključivanja u obradnom sistemu (korišćenjem pomoćnih, M funkcija). Programom ovakvog formata adresiraju se direktno pojedine ose mašine, pa je neophodno koristiti postprocesore za svaku upravljačku jedinicu i kinematiku mašine posebno. Prema tome, sadašnji CNC programi u obliku G kôda ne uključuju sve potrebne informacije o proizvodu, kao što su podaci o geometrijskim primitivima modela, tolerancijama, osobinama materijala, postavljanju pomoćnog pribora i drugim informacijama nastalih tokom projektovanja i planiranja tehnologije procesa obrade. Sve ove informacije su nestale prilikom konvertovanja proračunate putanje alata u G kôd.

U ovom radu se razmatraju mogući scenariji primene novog metoda programiranja u cilju uključivanja u aktuelne pravce istraživanja, korišćenjem raspoložive opreme, radi sticanja neophodnih znanja za dalje izazove u pogledu razvoja nove generacije domaćih obradnih sistema.

### 2. STANJE ISTRAŽIVANJA

U cilju prevazilaženja nedostataka G kôda, pristupilo se razvijanju novih standarda za programiranje CNC mašina, kompatibilnim sa standardima STEP iz serije ISO 10303 [3]. Ovaj standard za programiranje se sastoji iz više delova i protokola. Šire je poznat pod imenom STEP-NC (Standard for Product Model Data Exchange for Numerical Control, ili AP-238). Drugu grupu čini serija ISO14649, i razvijena je prvo za tehnologiju glodanja, u okviru nekoliko evropskih projekata, među kojima su i OPTIMAL i MATRAS.

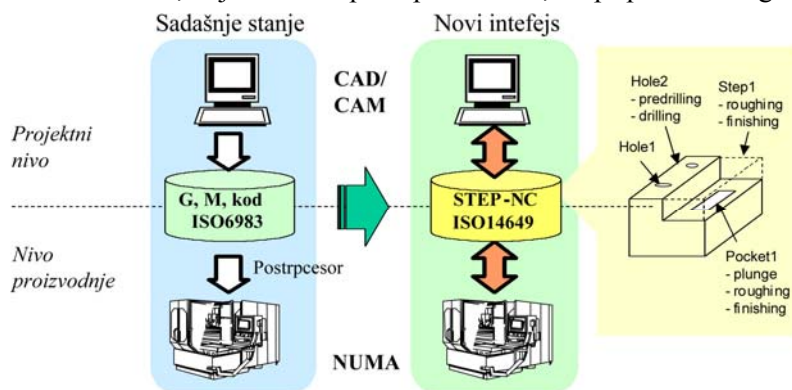
Protokol 238 (AP238, STEP-NC) standarda ISO 10303 rezultat je višegodišnjih napora na internacionalnom nivou da se zameni format programa po standardu RS274D (ISO 6983) novim jezikom koji zadržava vezu podataka iz CAD projektovanja i podataka koji se dobijaju primenom modula CAM, prilikom projektovanja jedne tehnologije mašinske obrade na numerički upravljanim mašinama alatkama.

<sup>1)</sup> dr Miloš Glavonjić, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, [mglavonjic@mas.bg.ac.rs](mailto:mglavonjic@mas.bg.ac.rs).

<sup>2)</sup> dr Saša Živanović, docent, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, [szivanovic@mas.bg.ac.rs](mailto:szivanovic@mas.bg.ac.rs).

<sup>3)</sup> Ovaj rad je nastao u okviru istraživanja na projektu Razvoj nove generacije domaćih obradnih sistema (TR-035022), koji je podržan od strane Ministarstva za prosvetu i nauku Vlade Republike Srbije.

STEP-NC je pravljjen prethodnih godina sa ciljem da se razvije STEP standard za oblast CAD projektovanja, uz korišćenje savremenih geometrijskih rešenja, da bi se definisala nezavisna putanja alata kao i nezavisni CAM primitivi, koji predstavljaju zapreminu koja se uklanja u procesu obrade. STEP-NC definiše program kao niz operacija kojima se uklanja višak materijala, definisan pomoću zapreminskih primitiva, koji se uklanjaju. Ovi zapreminski elementi predstavljaju rupe, otvore, džepove, kao i 3D zapremine definisane površima. Svakom operacijom vrši se obrada odgovarajućeg primitiva definisanjem zapremine materijala koja se uklanja, tolerancijom, vrstom alata koja se zahteva i nekim osnovnim tehnološkim karakteristikama, kao što je gruba ili fina obrada, korak, broj obrtaja i slično. Operacije se potom sekvencijalno uključuju u tehnološku listu, koja definiše postupak obrade, od priprema do gotovog dela.



**Slika 1.** Uporedni prikaz programiranja primenom G- kôda i primenom STEP-NC protokola [9,10]

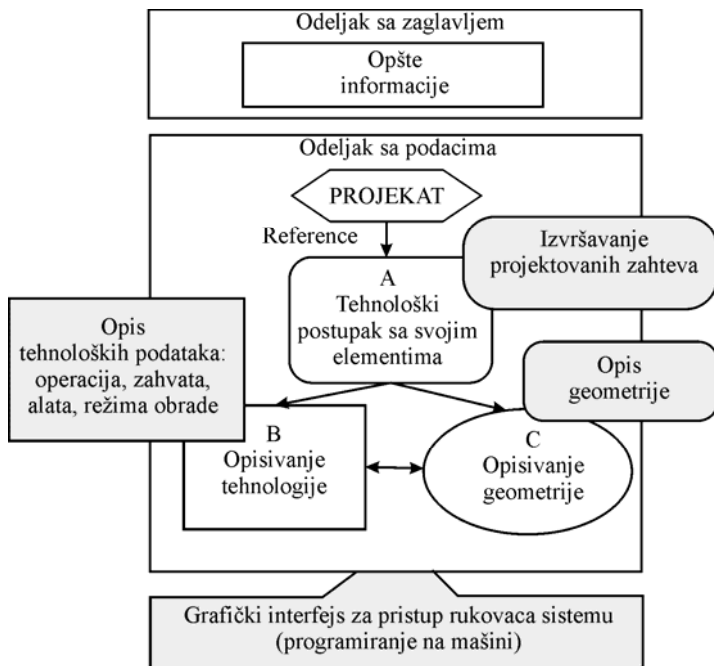
Novi metod programiranja NUMA sistema primenom protokola STEP-NC ovde je nazvan objektnim metodom programiranja NUMA. Ako se pojedini tehnološki oblici i/ili tehnološki primitivi, na delu koji treba napraviti, nazovu objektima (Features) i ako se program za tu izradu kompletira pomoću tih objekata, ne pomoću alfanumeričkih tekstova, onda je takvo programiranje nazvano objektnim. Međutim, klasična programiranja postoje još uvek, a i objektno programiranje do sada nije uvedeno u punom obimu

[13]. Ta dva metoda egzistiraju uporedo [9,10], kako je i ilustrovano na slici 1. U tradicionalnom programiranju primenom G kôda dosta informacija se gubi prilikom prevođenja putanje alata u G kôd pomoću jednostavnih naredbi za kretanja pojedinačno adresiranih osa mašine i pomoćnih funkcija. Tok informacija od sistema za programiranje ka upravljačkoj jedinici je jednosmerni. NUMA sistema sa ovakvim upravljanjem i interpreterom samo G koda ima mnogo. Oni su baza cele moderne industrije i ne mogu se lako zameniti sistemima sasvim druge koncepcije. Uporedo su doterivani i CAD/CAM sistemi za potrebe ovakvih tehnoloških resursa, pa je tako napravljen skladan globalni sistem tehnologija i kadrova koji podržavaju taj sistem. U međuvremenu su se odvijala i ova dva oprečna pokušaja za inoviranje NUMA sistema i sistema za njihovo programiranje [9-11]: (i) dopunjavanje standardnog G koda novim pripremnim funkcijama, bez izmene osnovnog standarda ISO 6983. To rade proizvođači sistema za upravljanje u kooperaciji sa proizvođačima modernih NUMA sistema za višeosnu obradu, višestranu obradu, merne cikluse na mašini i slične potrebe. Tada su redni brojevi raspoloživih pripremnih funkcija raspoređeni u velike grupe i ima ih daleko više od 100. Uporedo se razvijaju i korisnički interfejsi za rukovoce NUMA. U ponudi su i sasvim novi formati G koda, koji se ne mogu čitati interpreterima standardnog. Služe za pojednostavljeno programiranje, često i parametarsko, pomoću makroa i slično. Takvi formati prerastaju i u specifične jezike za programiranje NUMA, sa ugrađivanjem u sistem za upravljanje rešenja inverznog kinematičkog problema svake višeosne mašine posebno, rešenja za višestranu obradu itd. i (ii) uključivanje proizvođača upravljački jedinica u eksperimente sa interpretiranjem programa po protokolu STEP-NC.

Kod STEP-NC protokola raspoloživi su visok nivo informacija, objektno orijentisani opisi dela u neutralnom formatu, dvosmerna komunikacija informacija, kao i povratna informacija iz procesa. Ako bi se analiziralo sadašnje stanje programiranja NUMA moglo bi se zaključiti sledeće [13]: klasični metodi programiranja imaju mnogo konverzija podataka da bi se pokrenula jedna mašina. Pokretanje mašina se vrši programima koji su formatizovani po standardu ISO6983. To je poznati G kôd.

Prošlo je vreme kada su programi za NUMA mogli imati samo elementarne podatke o geometriji i tehnologiji dela, koji treba napraviti. Sada je došlo vreme kada treba jednu mašinu programirati pomoću projekta geometrije obratka (CAD), bez konverzija prilikom pripreme mašine za rad. Plan za to je sadržan u standardu ISO 14649, a onda i u velikoj grupi standarda ISO STEP, od kojih je najvažniji protokol AP-238 standarda ISO 10303 (STEP). Ili, AP-238 je oznaka standarda za STEP-NC, za objektno programiranje NUMA. Novi metod programiranja, zahvaljujući zajedničkoj bazi podataka, omogućava [13-16]:

- integrisani proces projektovanja svih tehnologija bez izostavljanja podataka,
- dvosmernu komunikaciju svih učesnika u projektovanjima i izradi, omogućavajući i uključivanje znanja i iskustava učesnika u tom poslu i
- rad sa bogatim bazama podataka, radi mogućeg stvaranja novih sofisticiranih aplikacija itd.

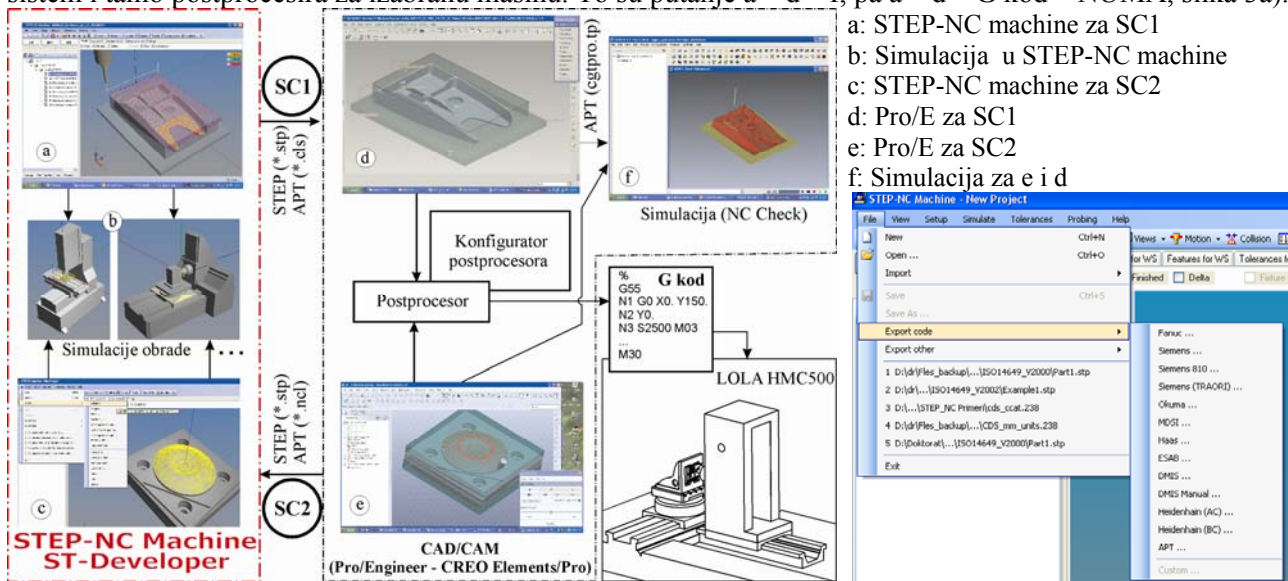


Slika 2. Struktura STEP-NC fajla [9,12,13]

Za sada se programom zove i datoteka kojom se objektno programira jedna mašina alatka po protokolu STEP-NC. U njoj su integrisani podaci o geometriji (koja se preslikava u pozicije mašine) i tehnologiji (koja se preslikava u kinematiku procesa obrade) dela koji treba napraviti. Ta datoteka ima tipsku strukturu, kakva je pokazana na slici 2. Osnovu te strukture čine zaglavlje i odeljak sa podacima. Program se ispisuje po standardu ISO 10303, Part 21. Datoteke, koje se formatizuju po ovom standardu, zovu se ili Part 21 files, ili Physical files i sve imaju zaglavlje i odeljak sa podacima). Sve ovakve datoteke imaju elegantan format i skoro isključivo se formiraju i čitaju pomoću adekvatnog softvera. Neuporedivo su duže od standardnih G kodova. Njih ne čita ni tehnolog ni rukovaoc mašine pa njihova veličina ne ometa funkcionalnost formata programa za NUMA tipa STEP-NC.

### 3. PRIMER JEDNOG HIBRIDNOG OBJEKTNOG PROGRAMIRANJA

Za sada ne postoje numerički upravljane mašine alatke koje se mogu programirati po svim odredbama protokola STEP-NC, koji je deo standarda STEP (ISO 10303), kao protokol pod oznakom AP-238. STEP-NC se često posmatra kao standard za pripremu podataka za novu generaciju numerički upravljanih mašina alatki, ne kao format programa za takve mašine. U ovom času nije moguće uvežbavanje ovog metoda programiranja, jer su resursi za to u razvoju i u posedu nekolicine istraživačkih institucija. Zato će ovde biti razmotrena dva moguća scenarija za primenu ovog metoda programiranja na postojećim mašinama i raspoloživim softverima, slika 3 i to: SC1 - Preuzimanje izvornog STEP-NC fajla, njegovo prevodenje u G kôd i obrada na mašini i SC2 - uvoz elemenata geometrije obratka, priprema i putanje alata iz uobičajenih CAD/CAM sistema u softver STEP-NC Machine [8]. Prvi pomenuti scenario je ostvariv i realno izvodljiv. Može se realizovati na dva načina. Prvi način koristi internu aplikaciju za direktan izvoz STEP-NC fajla u G kôd za neku od raspoloživih upravljačkih jedinica, koju nudi softver (Fanuc, Siemens, Heidenhain, ...). Drugi način je korišćenje CL fajla (u formatu APT), koji se na specifičan način uvozi u raspoloživi CAD/CAM sistem i tamo postprocesira za izabranu mašinu. To su putanje a→d→f, pa a→d→G kôd→NUMA, slika 3a).



a) Scenariji objektnog programiranja NUMA

b) Export opcija softvera STEP-NC Machine

Slika 3. Koncept primene razvojnog hibridnog objektnog programiranja NUMA [8]

U putanji a→d→f CAD sistem preuzima program u formatu APT, kao na slici 3b), pa se prvo vrši simulacija u modulu f (NC Check). U putanji a→d→G kôd →NUMA CAD sistem koristi konfigurisani postprocesor za generisanje G koda, a ovaj se potom izvršava na NUMA (na slici 3a) i to obradni centar LOLA HMC500). Ovaj obradni centar ima i upravljačku jedinicu Fanuc pa je za ovu mašinu prihvatljiv i direktno konvertovati program na prvi način, izborom opcije Export code → Fanuc..., kao na slici 3b). Za drugi način, korišćenje CL fajla u formatu APT, potrebno je sprovesti proceduru sa sledećim redosledom aktivnosti:

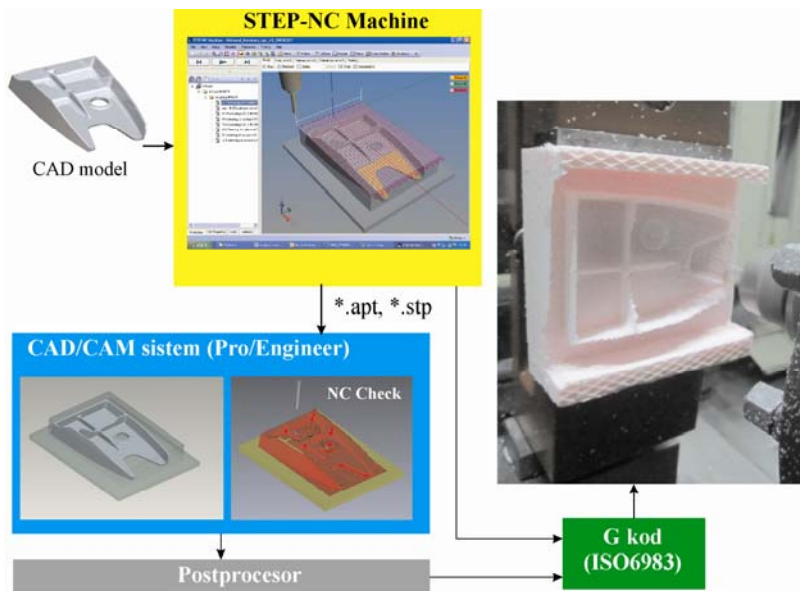
- pribavljanje izvornog STEP-NC fajla,
- izvoz STEP-NC fajla u datoteku sa formatom APT,
- uvoz putanje alata u formatu APT u CAD/CAM sistem za dekodiranje geometrije putanje alata,
- simulacija obrade u CAD/CAM sistemu (NC Check),
- konfigurisanje postprocesora za konkretnu raspoloživu mašinu,
- postprocesiranje dekodirane putanje alata za tu raspoloživu mašinu i pravljenje G kôda i
- obrada dela na raspoloživoj mašini.

Kao klasični CAD/CAM sistem korišćen je Pro/Engineer WildFire 4, a za interpretaciju izvornog STEP-NC fajla korišćena je demo verzija STEP-NC Machine [8]. Na slici 3b) je pokazana EXPORT opcija softvera STEP-NC Machine sa spiskom raspoloživih formata programa za G kôd. U tom spisku je dodat i standardni format APT. Tako se već sada na istom mestu koristi većina važećih formata za programiranje NUMA. Oni su ilustrovani na slici 4. Za jednu probu odabran je mašinski deo pokazan na slici 5 [8].

<pre> \$\$ GENERATED FROM STEP-NC AP-238 \$\$ STEP-NC File: fishhead_bordeaux_opt_v3_20080201.238 \$\$ Generated: 2011-04-20T10:33:34+02:00 PARTNO unnamed workpiece UNITS/MM \$\$ Workingstep: # 1 Surfacing WS 1 TLDDATA/MILL,12,1.5,25,0,0 RAPID GOTO/-18.2,-108.4079,50 RAPID GOTO/-18.2,-108.4079,7 FEDRAT/3000 SPINDL/35000, CLW GOTO/-18.2,-108.4079,2.75 ... GOTO/40.3122,1.0216,-25 RAPID GOTO/40.3122,1.0216,50 SPINDL/OFF END FINI </pre>	<pre> % :0001(1.HMC.TAP) ( F I S H E A D 319X222) ( S T E P - N C ) (NULA =====G56) (GLODALO FI6 HSS----H6) ( P R E D O B R A D A ) G54 G40 G49 G80 G90 G00 H00 Z0. M5 G56 X0. Y0. B0. S1250 M03 F1000. G43 H6 Z30. G0 Z5. G1 X-9.931 Y-51.272 F1000. Z2.2 ... G0 Z30. M05 (--KRAJ--) G54 G40 G49 G80 G90 G00 H00 Z0. M5 M30 %</pre>
<p>a) Putanja alata iz CAD/CAM sistema, *.cls</p> <pre> ISO-10303-21; HEADER; FILE_DESCRIPTION((' fishhead_bordeaux_opt_v3_20080201.238.'),'1'); FILE_NAME(' fishhead.stp',\$,('STEP-NC consortium'),(''),'OPTIMAL parser package',''); FILE_SCHEMA(('stepnc')); ENDSEC; DATA; #1=PROJECT('Kontur',#2,(#3)); #2=WORKPLAN('Arbeitsplan',(#4),\$,#5); #3=WORKPIECE('Konturbauteil',#6,0.01,\$,\$,#8,()); #4=MACHINING_WORKINGSTEP('Kontur schrappen',#13,#16,#17); #5=SETUP('main_setup',#44,#48,(#51)); #6=MATERIAL('St50','Stahl',(#7)); #7=PROPERTY_PARAMETER('E200000 N/mm^2'); #8=BLOCK('Block',#9,260.000,210.000,110.000); #9=AXIS2_PLACEMENT_3D('BLOCK',#10,#11,#12); #10=CARTESIAN_POINT('(-5.0,-5.0,-5.0)); ... #56=COMPOSITE_CURVE_SEGMENT(CONTINUOUS.,T.,#57); #57=POLYLINE('Teilkontur2 des Profils P3-P1 ',(#29,#30,#31,#32,#33,#27)); ENDSEC; END-ISO-10303-21; </pre>	<p>b) G kôd</p> <p>c) STEP-NC fizički fajl po standardu ISO 10303-AP21</p>

Slika 4. Tipični važeći formati programa za NUMA [3,7,8-13]





*Slika 5. Primer verifikacije jednog primera hibridnog objektnog programiranja na mašini LOLA HMC500 [8]*

Za deo sa slike 5 je izvorni STEP-NC fajl preuzet sa sajta [8], a ovaj deo se može videti i u radovima [14,15]. On je iskorišćen za proveru scenarija SC1 i SC2 za konverzije STEP-NC u APT i G kôd, kao i za obradu na raspoloživoj mašini koja ima samo interpreter G koda, da bi se izvršila verifikacija sadašnjih mogućnosti primene protokola STEP-NC i na mašinama koje nemaju interpreter programa pravljenih po standardima ISO 10303 AP-238 i ISO 14649.

Po proceduri sa slike 5 odvija se scenario SC1 na oba načina: (i) prvi, sa direktnim izvozom G koda iz sistema STEP-NC i (ii) drugi, sa jednim specifičnim izvozom formata APT u CAD sistem i postprocesor za raspoloživu mašinu LOLA HMC500.

#### 4. EKSPERIMENT OBRADE STEP NC PROGRAMA

Planiran je i izveden eksperiment obrade izvornog STEP-NC programa na numerički upravljanoj mašini alatki. Za ovaj eksperiment je korišćena raspoloživa oprema Zavoda za mašine alatke Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu i to horizontalni obradni centar HMC 500. Primenjen je drugi način interpretacije STEP-NC formata sa slike 5, pomoću formata APT.

Zahvaljujući mogućnosti prevodenja STEP-NC u APT fajl, koji je postprocesiran i preveden u G kôd, problem je sveden na poznati slučaj CAD/CAM koji omogućava obradu na raspoloživim CNC mašinama. Za izvorni STEP-NC fajl, za deo Fishead [8], u demo softveru STEP-NC Explorer su izvršene potrebne simulacije i uobičajene analize programa i tehnologije obrade. Ova verzija programa dopušta konvertovanje STEP-NC programa u klasičan APT fajl. Na bazi ovog fajla uspešno je rekonstruisana tehnologija obrade u CAD/CAM sistemu Pro/Engineer Wildfire 4, gde je putanja alata takođe verifikovana simulacijom uklanjanja materijala u modulu NC Check sa slike 3a), primenom softvera VeriCUT za simulaciju obrade. Na bazi formata APT za putanju alata ostvareno je njeno postprocesiranje u konfigurisanom postprocesoru za raspoloživu CNC mašinu LOLA HMC500. Na ovoj mašini je i izvršena obrada dela pod nazivom fishhead. Gotov deo je pokazan na slici 6. Prvi put je on obraden na prezentaciji u Tuluzu u okviru stalne međunarodne promocije protokola STEP-NC [8].



*Slika 6. Deo dobijen obradom na bazi STEP-NC programa prevedenog na G kôd*

#### 5. ZAKLJUČAK

U radu je predstavljen koncept za početak primene novog metoda programiranja NUMA sistema. Opisani su i mogući scenariji za primenu protokola STEP-NC za tu novu generaciju obradnih sistema. Operativni rad na protokolu STEP-NC može se pratiti na njegovoj živoj svetskoj promociji [8]. Ozbiljniji istraživački rad je u toku u nekoliko centara u svetu: U SAD, Nemačkoj, Velikoj Britaniji, Južnoj Koreji, Kini, Švajcarskoj i Novom Zelandu. Svi oni razvoj vode na specifičan način, doprinoseći afirmaciji objektnog programiranja mašina alatki. S obzirom na to da je razvoj svih aplikacionih protokola za podršku STEP-NC standarda skoro priveden kraju, u budućnosti se može očekivati zamena G kôda STEP-NC programima. Uporedo i konvencionalno CNC upravljanje može očekivati naslednika u novoj generaciji STEP-NC upravljanja.

Može se očekivati da će projektovanje proizvoda i u budućnosti odvijati primenom CAD sistema, dok bi se programiranje NUMA odvijalo po sasvim novoj proceduri zasnovanoj na formatizovanju integrisanog modela mašinskog dela po protokolu ISO 10303 AP-238 (STEP-NC) i/ili po standardu ISO 14649. Takav komplet svih relevantnih informacija o obratku treba da ostane sačuvan slanjem na izvršenje programirane tehnologije u adekvatnoj upravljačkoj jedinici budućeg NUMA sistema.

Smatra se da je sadašnje uporedno postojanje protokola AP-238 i celog standarda ISO 14649 privremeno i da će novi sistem programiranja NUMA, a time i upravljačkih jedinica takvih obradnih sistema, biti zasnovani na protokolu AP-238 STEP-NC. Ovaj rad je i koncipiran kao jedna ilustracija naše pripreme za već aktuelnu eru digitalnih proizvodnih tehnologija i NUMA sistema zasnovanih na PC i programiranju i upravljanju na bazi standarda STEP.

## 6. LITERATURA

- [1] Sokolov A, Richard J, Nguyen V.K, Stroud I, Maederx W, P. Xirouchakis P, Algorithms and an extended STEP-NC-compliant data model for wire electro discharge machining based on 3D representations, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 19, No. 6, September 2006, 603 – 613.
- [2] Shin S-J, Suh S-H, Stroud I, Reincarnation of G-code based part programs into STEP-NC for turning applications, Computer-Aided Design, Vol. 39, No. 1, p.1–16, 2007.
- [3] ISO 10303-238:2007, Industrial automation systems and integration – Product data representation and exchange-- Part 238: Application protocol: Application interpreted model for computerized numerical controllers, ISO, International Organization for Standardization.
- [4] Xu X, STEP into Distributed Manufacturing with STEP-NC, In Process Planning and Scheduling for Distributed Manufacturing, Springer Series in Advanced Manufacturing, 2007, p. 393-421.
- [5] Zhao F, Xu X, Xie S, STEP-NC enabled on-line inspection in support of closed-loop machining, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing 24, No. 2, p.200–216, 2008.
- [6] Valilai O.F, Houshmand M, INFELT STEP: An integrated and interoperable platform for collaborative CAD/CAPP/CAM/CNC machining systems based on STEP standard, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 23, No. 12, p. 1095–1117, 2010.
- [7] ESPRIT Project EP29708, STEP Compliant Data Interface for Numerical Controls (STEP-NC), Final report, Version 1, November 2001, [http://www.step-nc.org/html/..data\eu1\\_final\\_report.pdf](http://www.step-nc.org/html/..data\eu1_final_report.pdf).
- [8] STEP-NC MACHINE, ST-Developer, Step Tools, Inc, <http://www.steptools.com/>, Released: 2012/02/24.
- [9] STEP-NC Newsletter, Issue 2, <http://www.step-nc.org>, July 2000.
- [10] STEP-NC Newsletter, Issue 3, <http://www.step-nc.org/data/newsletter3.pdf>, November 2000.
- [11] STEP-NC Newsletter, Issue 5, <http://www.step-nc.org/data/newsletter5.pdf>, September 2003.
- [12] Hardwick M, Manufacturing Integration using the STEP-NC DLL, ISO STEP-Manufacturing RPI & STEP Tools, Inc. (2008), pp. 1-14.
- [13] Glavonjić M, Objektno programiranje mašina alatki, Podsetnik za nastavu na predmetu Mašine alatke M, Mašinski fakultet Beograd, 2010.
- [14] Rauch M, Laguionie R, Hascoet J-Y, Suh S-H, An advanced STEP-NC controller for intelligent machining processes, Robotics and Computer-Integrated Manufacturing Vol. 28, p. 375–384, 2012.
- [15] Randelović S, Živanović S, CAD-CAM Data Transfer as a Part of Product Life Cycle, Facta Universitatis, UDC 681.31: 65.012, Series: Mechanical Engineering, Vol 5, No 1, p. 87-96, 2007.
- [16] Suh S.H, Lee B.E, Chung D.H, Cheon S.U, Architecture and implementation of a shop-floor programming system for STEP-Compliant CNC, Computer-Aided Design, Volume 35, Issue 12, pp 1069-1083, 2003.

M. Glavonjić, S. Živanović

### A NEW CNC PROGRAMMING METHOD USING STEP-NC

**Summary:** A new programmig method of CNC Machine tools, which is developing as an alternative to G code, is AP238 protocol or STEP-NC, according to ISO 10303 standard. In this paper, a comparison between classical (G code) and new way of programming (STEP-NC ) is given. A structure of equipment needed for new programming metod, program structure and current scenario for imlementation of STEP-NC are shown.

**Key words:** STEP-NC, NC programming, CNC