

Konstrukcije proizvoda — osnova za određivanje sistema programiranja CNC-strojeva

Doc. dr. **Stjepan Tkalec**
Šumarski fakultet, Zagreb

UDK 630*822/827:681.3

Prispjelo: 28. 12. 1988.
Prihvaćeno: 27. 1. 1989.

Stručni rad

S a ž e t a k

U radu je opisan značaj primjene računala u fazama projektiranja i konstruiranja drvnih proizvoda, te primjene znanstvenih metoda rada.

Nadalje su izneseni sistemi programiranja CNC-strojeva putem osobnog računala i Teach-in-System za pojednostavnjenje programiranja prostorno složenih konstrukcijskih oblika.

1. UVOD

Buduće strukturne promjene u tehnologiji finalnih proizvoda bit će usmjerene na uvođenje niza karakterističnih oblika fleksibilnih tehnoloških sistema, tj. na suvremenu tehnološku opremu visoke automatizacije, uz podršku računala, organizacijski programiranu za povezivanje u zajednički sistem upravljanja cjelokupnom proizvodnjom. Moderne CNC-linije i obradni centri sve se više uvode i u naše proizvodne pogone. Međutim, neka dosadašnja istraživanja i podaci iz prakse pokazuju da je iskorištenje ugrađenog kapaciteta CNC-strojeva u finalnoj proizvodnji vrlo često niže od 50%. Zašto je tako i koji je tome uzrok? Odgovor pokušajmo potražiti u razmatranju jednog od metodičkih pristupa u određivanju i izboru tehnologije, koji obuhvaća tehnološku analizu proizvodnog programa i konstrukcijskih oblika s aspekta tehnološkičnosti, određivanje alata i režima obrade, analizu procesa i tehnoloških postupaka, zahtjeve fleksibilnosti, proračun kapaciteta obrade i cikuse izrade u tehnološkom podsistemu s aspekta toka materijala, stupanj kvalitete i ekonomičnost obrade na bazi planiranih troškova.

Usporedbom s aktivnostima u praksi lako se dolazi do zaključka da je neka aktivnost zanemarena ili provedena površno, a posljedica toga je nenamjenski izbor tehnologije, tj. nizu ograničenja u eksploataciji relativno skupe opreme.

Praksa je, nadalje, potvrdila da CNC-strojevi jednake tehničko-tehnološke opremljenosti, jednake eksploatacijskih veličina, a koje su u funkciji različite složenosti programa, daju različite rezultate. Međutim, ta se problematika nedovoljno shvaća, te svaka površnost u preciziranju tehnološko-ekonomskih kriterija rezultira neadekvatnim izborom tehnologije.

U ovom je radu prikazan pristup i značenje prihvaćanja određenih metoda rada i sistema programiranja radi rješavanja problema obrade složenih konstrukcijskih oblika koje svakodnevno postavlja praksa.

2. KONSTRUIRANJE PRIMJENOM RAČUNALA

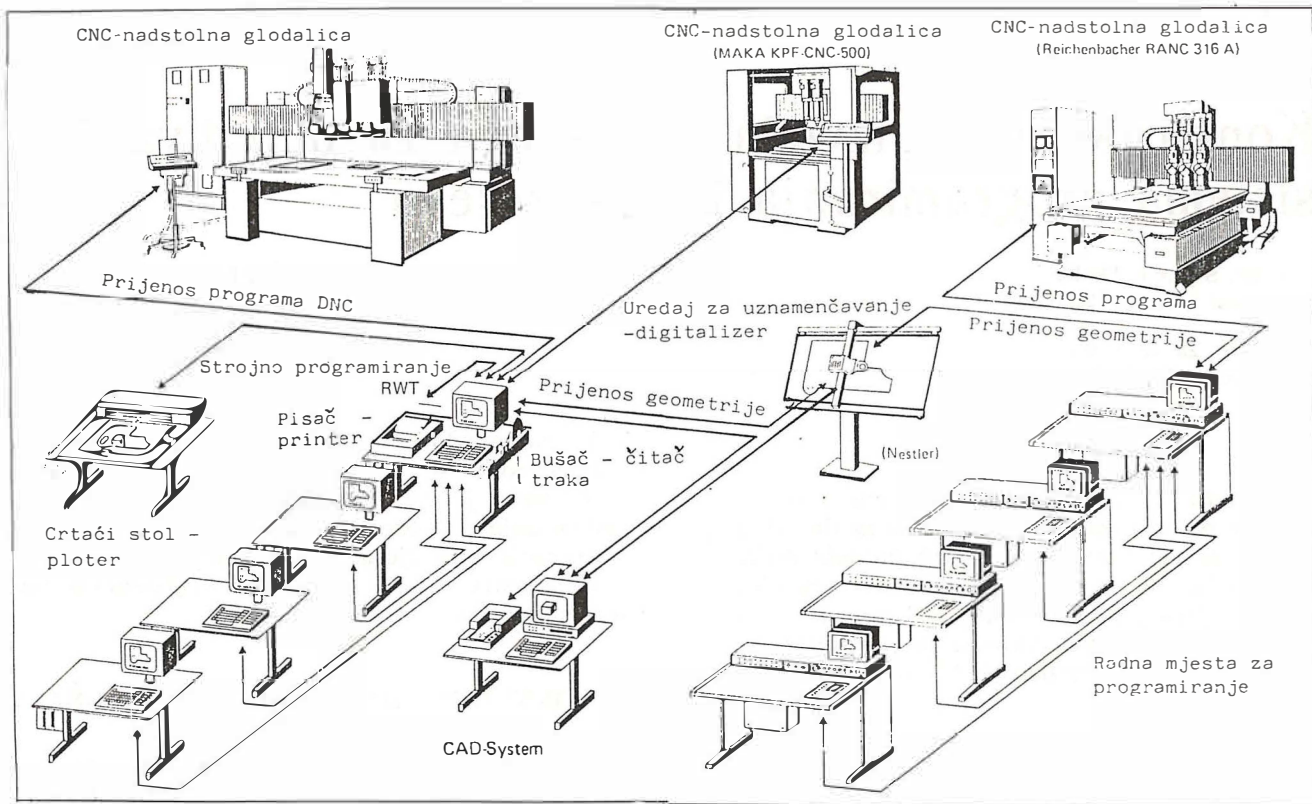
2. KONSTRUIRANJE PRIMJENOM RAČUNALA

U svakodnevnoj su proizvodnji prisutna dva pristupa definiranju konstrukcijskih rješenja. U prvome oblikovanje i konstruiranje provode se prije definiranja tehnologije, a u drugom pristupu oblikovanje i konstruiranje ovise o tehnološkoj strukturi, pa se nova konstrukcijska rješenja adaptiraju na mogućnosti tehnologije. U našoj je zemlji uglavnom prisutan drugi pristup, što je karakteristično za industrije bez vlastitog razvoja strojogradnje, koje ovise o transferu tehnologije.

U svijetu se danas intenzivno provode istraživanja transformacija klasičnih procesa projektiranja i konstruiranja na suvremene metode podržane računalom CAD (Computer Aided Design). Primjenom računala znatno se skraćuje vrijeme obrade konstrukcijskih rješenja transformacija i manipulacija velikog broja informacija, a omogućeno je i pouzdano čuvanje informacija i detalja u datotekama velike memorije. Nadalje, znatno se poboljšavaju efekti aktivnosti potrebnih u procesu konstruiranja — istraživanja razvojnih modela, analize i sinteze varijantnih rješenja, te različiti proračuni i kontrole.

Uvođenje računarske grafike omogućuje modeliranje i crtanje dvodimenzionalnih (2 D) i trodimenzionalnih (3 D) površinski orijentiranih modela s potrebnom interpretacijom geometrijskih elemenata, njihovim povezivanjem, memoriranjem u bazu podataka, dimenzioniranjem, pozicioniranjem i crtanjem, tj. izradom grafičke dokumentacije.

Primjena računala u konstruiranju aktivna je djelatnost pri kojoj konstruktor i računar dijele aktivnosti tako da svaki radi ono što je njegova prednost. Pri tome se od konstruktora zahtijeva visoka kreativnost, sposobnost apstrakcije, struč-



Slika 1. Primjer integriranoga proizvodnog sustava na modelu izvešenom u zanatskom obrazovnom centru Poderborn, SR Njemačka

no iskustvo u primjeni intuitivnih i diskurzivnih metoda konstruiranja, jer on stvara ideje u fazi koncipiranja rješenja, razrađuje konstrukcijska rješenja i predlaže varijante rješenja, te nakon vrednovanja donosi odluku o njihovoj primjeni.

Računar pomaže konstruktoru u fazama u kojima je manje prisutna kreativnost, a veće su potrebe za obradom informacija i donošenjem odluka povezanih s analizom i sintezom varijantnih rješenja. Pri tom je značenje rada računara mnogo veće jer bi, u odnosu prema klasičnim metodama rada, proračun i crtanje konstruktor obavljao neusporedivo sporije i s više nedostataka. Za računar je dominantan proces optimizacije praćen metodama modeliranja i simulacije, kao i intenzivna interakcijska povezanost pojedinih aktivnosti. Nepotrebno je posebno naglašavati veliku pomoć računara u rutinskim poslovima crtanja proizvodne dokumentacije, ako je poznato da najveći udio u pripremanju dokumentacije radnog naloga pripada konstruktorima i tehničkim crtačima. Velika brzina rada računara, neznatna mogućnost grešaka, jednostavno pohranjivanje crteža, mogućnost brzih korekcija — prednosti su zbog kojih je računar u konstrukcijskom uredu prijeko potreban.

Spomenuti CAD moguće je integrirati s drugim upravljačko-informacijskim podsistemima kao što je CAM (Computer Aided Manufacturing — proizvodnja uz podršku računala), CAP (Computer Aided Planning — planiranje uz podršku računala)

la) i dr. Dok se CAD sustavno upotrebljava za opisivanje primjene računala u postupcima projektiranja i konstruiranja, CAM je komplementarni dio podsistema koji u sebi povezuje projektiranje i proizvodnju na elektronički upravljanim strojevima (CNC — DNC).

Navedeni podsistemi povezuju se u upravljačko-informacijski sistem CIM (Computer Integrated Manufacturing), i dalje — u fleksibilne proizvodne sisteme FMS (Flexible Manufacturing Systems). Ilustracija primjene CAD-a s drugim podsistemima predočena je na slici 1.

3. SISTEMI PROGRAMIRANJA

CNC-stroju potreban je NC-program kojim se određuju naredbe za pomicanje radnih skupina. Za izradu NC-programa danas se na tržištu nalaze različiti sistemi. Za opis programiranja prema DIN-u poslužit će opis obrade na CNC-nadstolnoj glodalici.

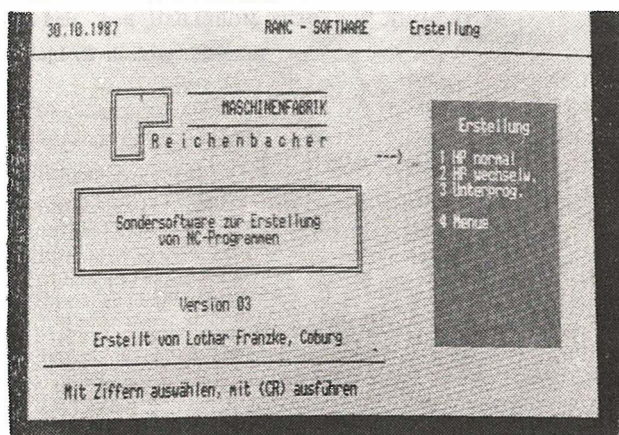
Unatoč mnogim pomagalima, NC-program se sastoji od kombinacija slova i brojeva kojima su pridodane pojedine funkcije. Upravljački dio stroja radi u skladu s pripremljenim uputama koje se sastoje od niza tzv. programskih slogova. Tim su slogovima određeni pomaci, brzine pomaka, radijus — odnosno dužinska korekcija alata, te specifične funkcije stroja, rad stroja pri završetku obrade, npr. točno zaustavljanje, kutni produ-

žetak. Nadalje, potrebno je navesti podatak o tome treba li glodalo provesti korekturu radijusa s desne ili s lijeve strane predmeta koji se obrađuje, jer je dio programiran točno prema konturi, pri čemu se promjer glodala u programiranju ne uzima u obzir. No pri glodanju lukova nije potreban proračun središta, dovoljno je odrediti samo početnu i završnu točku te radijus (tzv. direktno programiranje radijusa). Brzo i jednostavno ponavljanje iste vrste obrade na raznim pozicijama može se provesti pozivanjem potprograma.

Pomoću parametara moguće je predmete obrade istog oblika ali različitih dimenzija podvesti pod isti program, čime se štede kapaciteti memorije i vrijeme. Radnik na stroju u tom slučaju treba samo unijeti novu vrijednost odgovarajuće dimenzije.

Pomoću softwera tvrtke »Reichenbacher« iz SR Njemačke, tj. pomoću komercijalnog osobnog računala (sl. 2), moguće je provesti programiranje i izradu programske dokumentacije. Tokom komunikacije prezentiraju se sve funkcije potrebne za glavne programe i potprograme. Nadalje, moguće je izvesti grafički test iscrtavanjem putanje glodala radi kontrole konture, što je moguće prenijeti i na papir u obliku crteža.

Budući da osobno računalo obično nije smješteno uz stroj, veza sa CNC-upravljačkim dijelom može se ostvariti prijenosom podataka posredstvom uređaja V-24 (Interface). Programi obrade



Slika 2. Programiranje obrade složenih profila osobnim računalom

CNC-stroja mogu se zabilježiti i na disketu. Prijenos na disketu može se obaviti CNC-uređajem pri radu glodalice, tj. pritom nije potrebno prekidati rad.

Da bi se što fleksibilnije iskoristio postojeći program, pomoću osobnog računala omogućena je kontinuirana modifikacija potrebnih dimenzija konstrukcijskih oblika, tj. povećanje ili smanjenje. Osim toga, moguće je mijenjati programirane kutove cjelokupnih programa ili njihovih dijelova, a pojedini se programi mogu i međusobno vezati ili rastavljati u više samostalnih programa.

Iz prakse je poznato da programi raznih strojeva s različitim vrstama upravljanja međusobno nisu kompatibilni. Osobnim računalom omogućeno je fleksibilno programiranje, tj. automatsko prilagođenje programa određenoj vrsti upravljanja, uključivši i kategorije poništavanja, kopiranja i preimenovanja te uvođenja novog obročavanja.

Na tržištu postoje razni sistemi koji omogućuju konstrukciju kontura i njihovo automatsko prevođenje u NC-program. Kao osnovica za to služe digitalni sistem za crtanje, komercijalno osobno računalo i specijalni software kakav izrađuje tvrtka »Reichenbacher«.

Kao predložak za konture služi crtež, fotokopija ili skica predmeta koji se izrađuje. Za dijelove male visine točke se mogu snimiti direktno s originala. Točke se u odnosu prema putanji alata (npr. ravno, lučno, Z-pomaci) i brzini pomaka prenose on line-vezom u osobno računalo. Nakon završetka snimanja osobno računalo u režimu komuniciranja postojećem programu dodaje daljnje podatke specifične za stroj. Time je program kompletiran i iz osobnog se računala može prenijeti u CNC-upravljački dio. Program je također moguće dokumentirati iscrtavanjem na crtačem stolu — ploteru ili upisom na odgovarajući medij, kao bušenu traku odnosno disketu. Taj sistem osigurava glatki prijelaz radijusa konture predmeta sa složenim radijusima. To dosadašnjim postupcima programiranja na bazi proračuna točke presjeka nije uvijek bilo moguće izvesti.

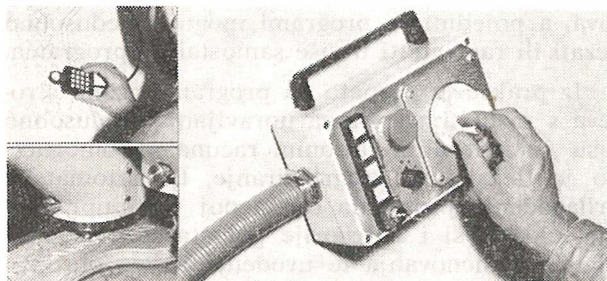
Za industriju stilskoga masivnog namještaja razvijeni su posebni sistemi programiranja obrade (glodanja, bušenja) dijelova bočnih zakrivljenih rubova. Unose se podaci o dimenziji obradaka i položaju glodala ili svrdla. Putanja glodala i pozicija svrdla je digitalizirana. Program se grafički prikazuje na ekranu i može se ručno mijenjati. Brzine pomaka mogu se kontinuirano programirati.

4. TEACH-IN-SYSTEM

Uobičajenim postupcima programiranja nije moguće rješavati probleme strojeva s više od tri radne osovine. S obzirom na visoke troškove nabave CAD-opreme i NC-postprocesora, proizvođa-

či CNC-strojeva sve češće preporučuju tzv. Teach-in-System (sl. 3) sa »spline« funkcijama, tj. funkcijama za interpolaciju. U praksi je uobičajen termin digitaliziranje, a postupak se najčešće primjenjuje za programiranje robota ili npr. pri prskanju laka i sl.

Pritom se na radni stol stroja učvrsti uzorak dijela koji se želi obrađivati. Glodalo za obradu zatim se pomoću ručnog upravljača namjesti na

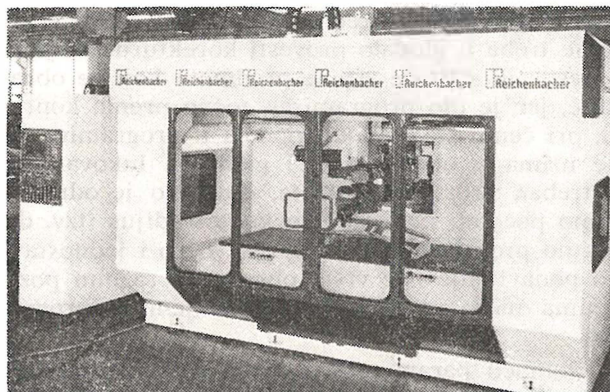


Slika 3. Teach-in-uređaj za programiranje obrade ručnim pozicioniranjem alata uz model

konturu uzorka. Pritom alat u svim ravninama stoji okomito na predmet obrade. Položaj i broj oslonaca ovisi o složenosti oblika predmeta. Pri manjem zaobljenju može se odrediti razmak od 100 mm, a pri malim radijusima treba početi od 20 mm.

Aktualni pozicioni podaci unose se u CNC-program pomoću tipke. Za simetrične predmete obrade uzimaju se podaci samo jedne polovice, a druga se izračuna pomoću zacrtane funkcije, što osigurava apsolutnu simetriju. Interni program CNC-upravljačkog dijela, tzv. spline, pretvara koordinate u koeficijente. To znači da se iz točaka oslonaca preračunava kontura s tangencijalnim prijelazima za sve osovine. Istodobno se podešava i brzina pomaka pojedinih osovine, i to tako da je osiguran kontinuirani pomak na predmetu obrade.

Opisanim funkcijama Teach-in i Spline znatno se pojednostavnjuje programiranje prostorno kompliciranih dijelova, npr. naslona stolica, rezbarenih uklada i ladica i dr. Na taj način rukovalac strojem vrlo brzo izrađuje program bez posebnog predznanja programskog jezika, odnosno CAD-a. To je osobito važno u drvenoj industriji,



Slika 4. CNC-obradni centar RANC SPRINT sa pet upravljivih osi kao i automatskim mjenjačem alata programiran je Teach-in-uređajem (Reichenbacher, SR Njemačka)

koja tek uvodi CNC-radne strojeve i nema dovoljno stručnjaka za programiranje.

* * *

Povećanje tehnološkičnosti, produktivnosti rada i podizanje kvalitete drvnih finalnih proizvoda rezultat je aktivnosti na polju automatizacije, od projektiranja proizvoda do njegove izrade. Razvoj novih tehnologija i uvođenje elektroničkih računala unio je revolucionarne promjene u klasične metode rada. Samo na brzom prihvaćanju moderne tehnologije i kompjutorske tehnike, koja poboljšava i unapređuje aktivnosti u optimizaciji proizvoda i tehnoloških procesa, može se bazirati uspješan kvalitativni i kvantitativni rast proizvodnje.

LITERATURA

- [1] Arnold, S.: DIE PRAXISNAHE ENTSCHEIDET ÜBER AKZEPTANZ VON PROGRAMMIERSYSTEMEN, Die Holz- arbeitsung, HOB 3/88.
- [2] Bogner, A.: NUMERICKI UPRAVLJANI (NC i CNC) STROJEVI, »Drvna industrija«, br. 34 (7—8), 1983.
- [3] Figurić, M.: PROMJENE U KONCEPCIJI RAZVOJA DRVNE INDUSTRIJE, Zbornik radova sa savjetovanja, Drvenik, 1988.
- [4] Jovičić, R.: PROCES KONSTRUISANJA KAO GLAVNA FAZA U RAZVOJU MASINA, Zbornik radova sa Skupa o konstruiranju, knjiga III, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 1988.
- [5] Schwaiger, L.: CAD — BEGRIFFE, Ein Lexikon, Springer-Verlag, Berlin, New York, London, Paris, Tokyo, 1988.
- [6] * * * : NC-TECHNIK VERÄDERT MÖBELBAU, Bau - und Möbelschreiner, 3/86.

Recezent: prof. dr B. Ljuljka