

Računalno numerički upravljani strojevi za obradu drva tvornice CMS (Italija) (Nastavak iz br. 7—8)

Giuliano Cortinovis

C. M. S. Zogno, Italija

UDK 630*822/829

Adriano Bizjak

»TRIMAC«, Trst, Italija

Stručni rad

Pri obradi CNC jedinicama za obradu drva alati još i danas stvaraju veće ili manje teškoće, iako imamo savršena rješenja za pojedine obrade. Tako se za obradu polutvrđih ploča vlaknatica (MDF ploče) upotrebljavaju alati s »Widia« pločicama i s pločicama presvučenim industrijskim dijamentom. Prilikom nekih obrada ti alati traju do 20 puta dulje nego alati od tvrdih čelika, pa mogu biti i toliko puta skuplji. Upotreba spomenutih alata vrlo je prikladna i često veoma rentabilna pri obradi masivnog drva, vezanog drva i općenito svih laminata.

Na žalost, oštrice tih alata vrlo su krhke, i mora se paziti da u obratcima ne bude stranih tijela od željeza ili kamena koja bi izazvala lom i krmjenje pločica. Tako oštećeni alati najčešće su uništeni. Nabava novih alata izaziva visoke troškove, a loše popravljivi alati ili alati lošije kvalitete smanjuju kvalitetu obrade. Ipak, obrada alatima od visokokvalitetnih čelika svakodnevno se primjenjuje. Vrijeme i kvaliteta obrade na CNC centrima tim su alatima bitno poboljšani, prije svega zbog upravljanja brzinama pomaka, koje su tako postale ravnomjernije i različite su za različite vrste obrade, te zbog uklanjanja ekscentričnih vretena za alate s jednom oštricom, jer je otpala potreba za takvom korekcijom promjera radnog vretena.

Smanjenje promjera alata zbog brušenja ne stvara teškoće kod CNC centara, jer se elektroničkim upravljanjem automatski ispravlja ekvidistanca nakon što smo unijeli promjenu promjera alata. Uklanjanje ekscentričnih vretena povoljno je utjecalo na dulju upotrebu ležaja, a mogle su se povećati i brzine rezanja.

Povećanje broja oštrica u jednom alatu osiguralo je bolju kvalitetu obrade i smanjenje trošenja oštrica. Kad se govori o ležajima, valja spomenuti radne agregate — glave, jer su to prve radne jedinice s dva para vrlo preciznih ležajeva, s odvojenom radnom osovinom i odvojenim pogonskim elektromotorom s mogućnošću izmjene. Promjer je radne osovine 35 mm. Osovina je između oba ležaja ojačana odstojnim prstenom. Pomoću kromiranoga i vrlo precizno brušenog hidrauličnog cilindra osigurano je precizno okomito gibanje radnog agregata. Priliježanje odstojne vodilice i kružne vodilice izvedeno je vrlo točno i praktički je bez zazora. To osigurava perfektno izvođenje svake, pa i vrlo složene operacije.

Motori su visokofrekventni i može ih voditi bilo dinamički pretvarač (u tom slučaju motor ima samo dvije brzine), bilo statički pretvarač s elektronskim upravljanjem frekvencijom, koji omogućuje kontinuirano mijenjanje broja okretaja od 800 do 18000 u minuti. Željeni broj okretaja u minuti postiže se unošenjem pretvarača u program CNC upravljačkog sistema stroja na odgovarajuće frekvencije.

Sada je čas da se ukratko opiše način rada CNC centra za obradu drva. Već je rečeno da stroj djeluje u tri osi, što znači da postoje tri smjera gibanja suporata na principu kliznih vodilica. Svaka os raspolaže s transmisijskim sistemom (o tome će se govoriti poslije) koji je povezan s jednosmjernim elektromotorom, preko kojega se izvode upravljačke naredbe. Upravljačke naredbe izvodi CNC sistem stroja po prethodno izrađenom programu. Te komande nisu ništa drugo nego različite naponske vrijednosti — negativne i pozitivne. Pojednostavnjeno rečeno stroj se pomiče u jednom ili drugom smjeru promjenljivom brzinom, ovisno o pozitivnome ili negativnome naponu i ovisno o veličini tog napona.

Brzina se mjeri tahogeneratorom koji je montiran koaksijalno sa servomotorom. Isto je tako koaksijalno sa servomotorom montirano elektroničko mjerilo koraka (i kuta), koje pomoću vrlo velikog broja impulsa — informacija za jedan okretaj osovine (prosječno 2000 impulsa/okretaj) vrlo točno odmjerava stanje središta pogonske osovine, odnosno alata na osovini. Svaki pomak suporta mjerilo koraka odmah izmjeri i prenosi upravljačkoj jedinici (CNF). Zajedno s izlaznim međusklopom za upravljačke naredbe i mikroprocesorom, koji usklađuje podatke mjerila koraka o trenutnom položaju alata na osovini s u programu izloženom željenom pozicijom alata na osovini, stvoren je zatvoreni sistem. Unutar zatvorenog sistema odvija se stalan dijalog »između stroja i CNC jedinice«.

CNC jedinica u svakom trenutku dobiva podatke o točnoj poziciji alata na svakoj osovini i na osnovi programskih podataka osigurava ubrzavanje ili kočenje pojedinog gibanja osovine, pri čemu ili povećava ili smanjuje vrijednost napona. Ta su gibanja pravocrtna ili u obliku raznih krivulja, lukova i kružnica. Brzina informacija i upravljačkih naredbi vrlo je velika, čime se postižu brzina i točnost upravljanja.

U skladu s upravljačkim sistemom moraju biti razvijeni i mehanički prijenosi, koji sigurno, brzo i bez zazora odmah mijenjaju smjerove gibanja alata po osima.

Vretena što se upotrebljavaju za mehaničke prijenose na centrima za obradu drva i alatne strojeve — centre za obradu metala visoko su kvalitetna i izrađena vrlo precizno s dvostrukim navojem. Budući da su na alatnim strojevima za kovine pomaci polagani i rotacije vretena niske, upotrebljavaju se vretena za izvođenje pomaka dužine do 5 m. Međutim, pri obradi drva potrebne su veće brzine pomaka. Da bi se postiglo zadovoljavajuće rezultate uz jednaku točnost obrade, smije se upotrijebiti vretena dugačka do 2 m. Tim vretenima postižu se velika ubrzanja okretaja servomotora do 2000 okretaja u minuti.

Ako se želi »živahan stroj«, on mora imati pomake do 15 m/min i primjerenu snagu da bi pomaknuo i pomicao masu do 4000 kg i da bi tu masu odmaknuo u 200 tisućinki sekunde. Pet metara dugačka vretena na centrima za obradu drva morala bi imati udvostručene promjene u odnosu na vretena centara za kovine ako bi se htjelo da izdrže opisana opterećenja. Bile su potrebne veće snage servomotora i došlo bi do vrlo velikih momenata tromosti, koji bi onemogućavale brzo pokretanje i brzo zaustavljanje pomaka. Nastala bi opasnost da alat izađe sa zacrtanih putova i da pali obradak. Stručnjaci C. M. S. originalno su riješili taj problem uvođenjem kvalitetno cementirane i brušene zupčaste letve na koju je prilagođen servomotor s reduktorom u sistemu zupčanika. Tijesno prilijeganje dva zupčanika na zupčastu letvu osigurava dopušteni zazor. Omogućeno je brzo i točno pomicanje suporata. Sistem je do danas dao vrlo dobre rezultate, veliku pogonsku sigurnost, i zbog toga ga se može usporediti sa sistemima pomaka na najsavršenijim centrima za obradu kovine. Ovi strojevi više nisu »siromašni rođaci« CNC upravljanih centara za kovine.

Sada se može progovoriti o glavnim karakteristikama i funkcijama numeričkog upravljanja, bez da se upušta u detalje. Ipak treba naglasiti što je uključeno u isporuku numeričkog upravljanja za centar za obradu drva.

Za ovaj prikaz odabran je upravljački sistem »Sinumerik 6 M — F« tvrtke »Siemens«. Sistem se pokazao izuzetno pouzdanim i zadovoljava potrebe korisnika C.M.S. strojeva. Postoje i drugi modeli iste i drugih tvrtki, koji su više ili manje prikladni i, dakako, skuplji ili jeftiniji.

Tvrtka C. M. S. je organizirala široko razgranatu servisnu službu. Radi tipizacije, noviteta, instrukcija za montažu i rad sistemom pri nabavi električnoga i elektroničkog materijala u cijelosti je organizirana suradnja s tvrtkom »Siemens«.

Glavne karakteristike djelovanja upravljačkog sistema jesu:

1. Istovremeno se može uključiti pomak u sva tri smjera, što osigurava pravocrtni pomak suporta u radnom prostoru.

2. Može se uključiti kružno gibanje suporta u dva smjera i njegovo pravocrtno gibanje u trećem smjeru, što znači da alat stroja može zacrtati krug na bilo kojoj osnovnoj ravnini pravokutnoga trodimenzionalnoga koordinatnog sistema (na ravninama x-y, x-z i y-z). To ujedno znači da se bez teškoća i prekida mogu tokariti obratci stožasta oblika.

3. Minimalni je kružni pomak 0,001 mm, a minimalni dužinski pomak 0,1 mm, što je ujedno podatak o točnosti djelovanja upravljačkog sistema i samog stroja. Taj je podatak sinonim točnosti stroja i sinonim perfektno obrađenih površina vodilica.

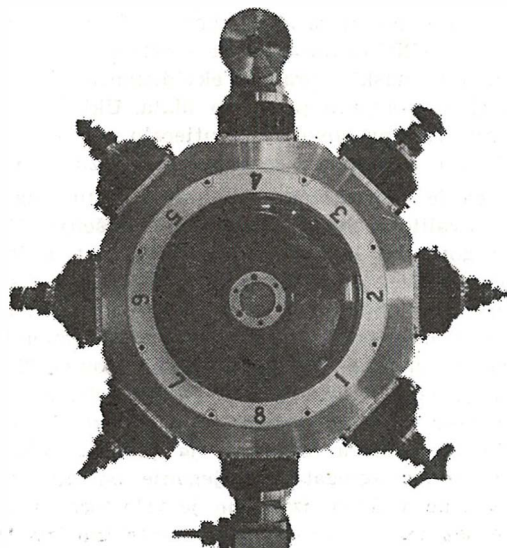
4. Ploča za posluživanje ima tastaturu i monitor, a ispod tastature je čitač perforirane vrpce. Preko čitača perforirane vrpce vrlo brzo i dovoljno točno unose se programi u radnu memoriju. Za čitač se može uprijeti teleprinter koji je kabelski povezan s upravljačkim sistemom stroja. Monitor i tastatura omogućavaju intervencije u program prethodno unesen perforiranom vrpcom. Arhiviranje programa s perforiranim vrpcama sigurnije je od arhiviranja programa na magnetofonskim kasetama.

5. Mogućnost proširenja memorije. Prilikom isporuke CNC centra memorija ima kapacitet 8000 bitova, što znači 20 m perforirane vrpce. Taj je kapacitet memorije provjeren i ustanovljeno je da je dovoljan za potrebe većine korisnika ovih strojeva. U svako vrijeme moguće je širenje kapaciteta memorija od 256000 bitova.

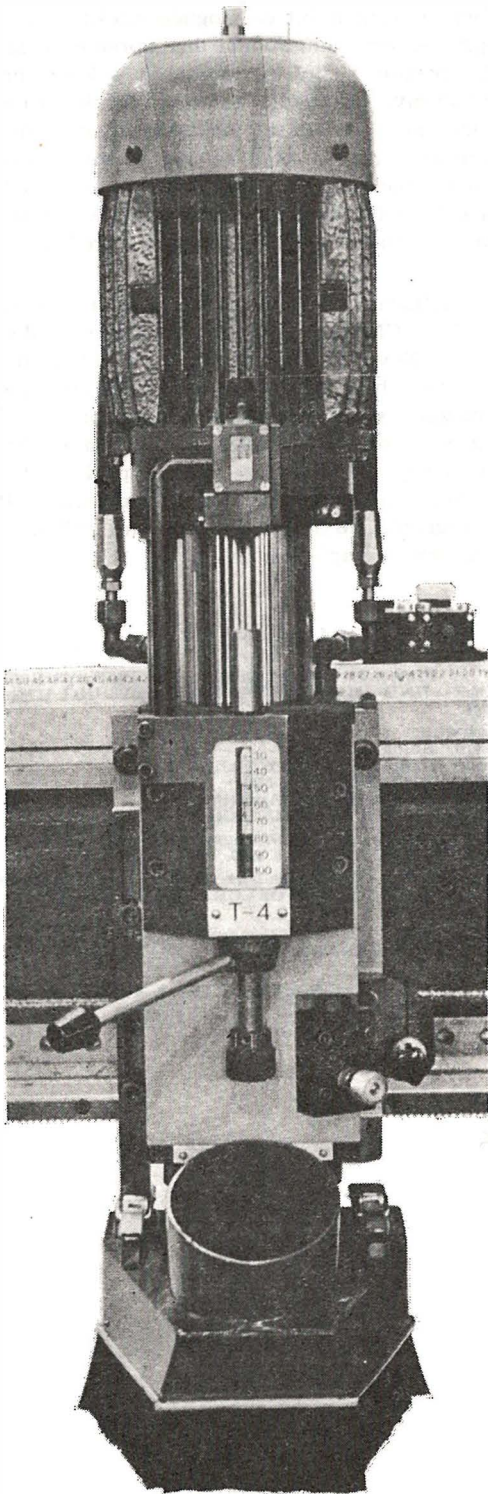
Ovu memoriju čine magnetski mjehurići koji imaju osobinu očuvanja informacija u memoriji do 1 godine bez električnog napajanja sistema. Neki konstruktori CNC upravljanih strojeva upotrebljavaju po dvije perforirane vrpce, jednu za cjelokupni program kako bi se time izbjegli viši troškovi za memoriju. Ipak se, smatra da je memorija, kao ulazna cjelina, nužno potrebna i to zato:

a) jer bi inače trebalo upotrebljavati vrlo kvalitetnu vrpcu, koja je i skupa, a svejedno se trga;

b) jer čitač može očitati neku pogrešnu informaciju, a ne može je korigirati, jer je odmah izvedena kao naredba centru koji radi;



Slika 1.



Slika 2.

c) jer je veći gubitak vremena prilikom promjene programa zbog namatanja stare i unošenja nove vrpce u čitač;

d) jer se smanji radna brzina centra kad se za redom izvodi više manjih polumjera; u tom je slučaju ulaz informacija suviše polagan.

6. Automatsko ubrzavanje i kočenje pomaka u svim smjerovima primjenjuje se prilikom iznećadne pro-

mjene smjera obrade, jer bi inače alati »skrenuli« s programiranog puta, prije svega zbog momenta tromosti. Sve to upravljački sistem obavlja automatski, a da radnik koji upravlja strojem to niži ne opazi.

7. Automatsku kompenzaciju tolerancija, koje se mogu pojaviti tokom rada, upravljani sistem odmah obavlja pomoću svog mikroprocesora, tako da se sve daljnje operacije odvijaju onako kako su programirane.

8. Automatska korektura programiranog puta alata zbog promjene promjera alata. Upravljački sistem koji ne bi imao tu sposobnost bio bi »polovičan«. Automatskom »radijus korekcijom« rad je vrlo olakšan, jer se u ovom slučaju u program unose dimenzije promjera alata iz nacrtu za alat. Nakon točnog mjerenja promjera iznova brušenog alata, na tastaturu se unosi stvarni promjer alata. Računalo upravljačkog sistema samo će izračunati ekvidistantni put. I u ovoj sposobnosti upravljačkog sistema odražava se računalna numerička kontrola, a ne samo NC, kako se to često označava radi jednostavnosti.

9. Vraćanje — ispisivanje programa. Pošto je uspješno obavljena konačna obrada, preko printera se vrši ispisivanje za perforiranu vrpcu ili preko teleprintera, pri čemu, osim perforirane vrpce, postoji i otlačani ispis programa. Ispisani program sadrži sve ispravke što se, u toku obrade izradaka, eventualno unose ručno, pomoću tastature.

10. Vizualna kontrola odvijanja programa na »10-colskom« ekranu omogućava stalni pregled i uspoređivanje obrade i podataka programa. Budući da upravljački sistem sadrži i dijagnostički modul, prilikom kvara stroja ovaj odmah vizualno pokazuje vrstu i mjesto kvara. Preko monitora se unose, ispravljaju i brišu parametri programa, prije svega u fazi simulacije programa s radnom glavom bez alata koji se vrti (može biti pričvršćena pisaljka!). »Sinumerik 6 M-B« novije izvedbe ima ugrađen i modul za grafiku koji omogućava grafički prikaz programom zacrtanog puta alata, s oznakama koordinata pojedinih točaka i polumjera krivina, te s kompletnim kotiranjem.

11. Sistem omogućava 6 pomaka polaznog ili 0-položaja za svaki smjer. Prilikom svakog prekida rada na stroju, suport se automatski vraća u polazni položaj. Time se provodi i kontrola upravljanja. Ima i 6 mogućnosti pomaka — premještanja nultoga — polaznog položaja supporta ručnim zahvatom u program ili perifernim zahvatom u potprogram. Sve korekcije koordinata svih točaka, što proizlaze iz promjene koordinata polazne točke, mikroprocesor CNC jedinice obavlja automatski i vrlo brzo. Treba zahtijevati nov ispis korigiranog programa i provjeriti ga simulacijom.

Prilikom složenih obrada, kao što je npr. kundak puške, nužno su potrebni pomaci polaznih točaka, jer se mora početi raditi različitim alatima (4) revolverске glave na različitim mjestima kundaka puške.

Sinumerik upravljački sistem nudi i druge automatske pomoći kao što su: promjena brzine odvijanja programa, povećavanje i smanjivanje pomaka po smjerovima, uključivanje samo određenog dijela programa i upozoravanje radnika koji rukuje strojem pomoću

svjetlosnih signala diodama i na ekranu, na greške u programu i kvarove stroja.

Funkcije stroja mogu se po želji kupca izmijeniti tako da mu u zamjenu pošalje memorija »EPROM«, s novim izmijenjenim programom. U tom je smislu tvrtka C.M.S. potpuno samostalna. Uvodi se i upravljanje brojem okretaja pogonskih motora prema tehnološkim zahtjevima. Moći će se jednostavno programirati broj okretaja motora prema željenoj brzini o-štrice, ovisno o načinu pritezanja i s obzirom na željene povećane pomake.

Prije nego što će biti govora o raznim tipovima strojeva, još kratak uvid u programiranje. Za kupca koji se po prvi put susreće s problemom programiranja, to je obično prilično velik problem. Teško mu je zamisliti kako će se odvijati dijalog između njega i stroja. Vlasnik ne mora znati sve o tome kako se naše naredbe pretvaraju u binarne brojeve koje razumije elektronički upravljani sistem. Međutim, mora naučiti »razgovarati« sa CNC jedinicom preko ekrana, i to toliko da zna u potprogram unositi sve geometrijske i tehnološke parametre, da potprogram zna unijeti u stroj i na njemu provjeriti da li je pravilan. Danas se ta znanja stječu razmjerno brzo, a najbrže tako da se programer nekoliko dana školuje kod proizvođača strojeva. Konačno znanje i potpunu samostalnost programer će steći samo sastavljanjem programa i nakon nekoliko mjeseci rada na stroju.

Za potpuno iskorištenje CNC centara potrebno je osamostaljenje u ovladavanju strojem, pa i u ovladavanju programiranjem. Ne bi imalo smisla i bilo bi suviše skupo ako bi korisnik stroja morao za svaki program tražiti pomoć u tuđoj kući ili kod proizvođača. Pomoć sa strane vjerojatno će biti potrebna samo za vrlo teške i komplicirane obrade. U dobro

opremljenom centru bit će moguće riješiti i vrlo teške programe, jer, osim standardne opreme za programiranje, postoji i stol za snimanje s koordinatama koji omogućava očitavanje kontura obratka, i ono što je očitano može se ispisati na teleprinteru zajedno s perforiranim vrpcom koja se već može upotrijebiti za unošenje podataka u upravljački sistem CNC centra. Na crtaču (plotter) dobiva se grafički prikaz puta obrade, a time i obrise izratka u određenom mjerilu.

Kao zaključak, treba naglasiti razliku između tradicionalnih i CNC upravljanih strojeva s gledišta upravljanja. Nova generacija CNC upravljanih strojeva neće tako brzo zastarjeti, jer »Software« još ima obilje mogućnosti, a strojevi se mogu opremiti i dodatnima, usavršenim agregatima i alatima. Očekuje se i veliki razvoj »Hardware-a« koji će pridonijeti smanjenju elektroničkih komponenti na strojevima. Proizvodni program C.M.S. bit će postupno prikazan i u cjelini u idućim napisima.

L I T E R A T U R A

- [1] * * * : Plattenformatkreissägen und Plattenaufteilsägen. HOLZ- UND KUNSTSTOFFVERARBEITUNG 11/83, Stuttgart.
- [2] Prospekti:
Giben, Bologna, Italija
Guido Taglibure, Milano, Italija
Holzma, Holzbronn, SR Nj
Scheling, Schwarzach, Austrija
Schwabedissen, Herford, SRNj
- [3] Gerteis, A.: Vorrichtungsbau in der Holzindustrie. DRW Verlags, Stuttgart 1969.
- [4] Schuler, G.: Aufteilsägen für Plattenwerkstoffe. HOLZ- UND KUNSTSTOFFVERARBEITUNG 10/79, Stuttgart.
- [5] Schuler, G.: Plattenaufteilsägen. HOLZ- UND KUNSTSTOFFVERARBEITUNG 11/83, Stuttgart.

Iza časopisa »LES« 9—10/1985, str. 233—242.
preveo: Mladen Smitika