



Univerzitet u Novom Sadu
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
INSTITUT ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO
Novi Sad, Srbija i Crna Gora



VIII MEĐUNARODNA KONFERENCIJA
FLEKSIBILNE TEHNOLOGIJE

8th INTERNATIONAL CONFERENCE ON
FLEXIBLE TECHNOLOGIES



**ZBORNİK RADOVA
PROCEEDINGS**

Novi Sad, jun/June 2003.

Živanović, S.

MOGUĆA METODOLOGIJA KONFIGURISANJA MAŠINA ALATKI SA PARALELNO KINEMATIKOM

Rezime: U radu se predstavlja deo istraživanja na temu konfigurisanja mašina alatki, na primeru mašina sa paralelnom kinematikom. Cilj je objedinjavanje metoda u integralnu metodologiju konfigurisanja novih mašina alatki, čime bi se sve analize i simulacije ostvarile na digitalnom prototipu pre gradnje same mašine. Ovakav pristup može omogućiti skraćenje perioda sazrevanja mašine i sigurnije lansiranje nulte serije proizvoda.

Ključne reči: konfigurisanje mašina, mašina sa paralelnom kinematikom, digitalni prototip

POSSIBLE METHODOLOGY FOR CONFIGURING OF PARALLEL KINEMATICS MACHINES

Abstract: Paper presents a part of research on configuring of machine tools on example of parallel kinematics machines. The goal was integration of methods into integral methodology for configuring new machine tools, which would enable carrying out of all analysis and simulations on digital prototype before realization of machine itself. This approach can enable shortening of time needed for machine incubation and more effective realization of product prototype.

Key words: Machines configuring, parallel kinematics machine, digital prototype

1. UVOD

Predmet rada je ostvariti moguću integrisanu metodologiju za konfigurisanje mašina alatki. Uzet je primer obradnog sistema sa mašinom alatkom, koja je sagrađena pomoću paralelnog mehanizma. U opštem slučaju to može biti bilo koja mašina (mašina alatka i/ili industrijski robot).

Osnovni cilj istraživanja je nova mašina alatka po osnovu svoje koncepcije; metoda kojima je koncipirana; metoda za programiranje; procedura za ispitivanje, verifikaciju i optimizaciju; performansi za rad u mreži; procesa koje izvodi; materijala koje obrađuje; gabarita proizvoda; tačnosti itd. Na taj način se posmatra i klasična mašina alatka kao da se danas pojavila kao mašina koja materijal obrađuje mehanički, fizičko hemijskim tretiranjem ili nekom kombinacijom ovih postupaka. Daljim uopštavanjem mašina alatka se posmatra kao mehatronski proizvod koji, sam po sebi, ima svoju tradiciju koju čine i metodi koncipiranja, dimenzionisanja, ispitivanja, verifikacije, ali i upravljanja. Na taj način će se doći i do moderne interpretacije modularnih sistema mašina alatki, familija mašina i obradnih sistema, tehnoloških sistema i korelacija mašina i tehnologija koje se i sada modeliraju. U svom okruženju takve, nove mašine alatke imaju mreže raznih resursa okupljenih uvek i iznova za svaku novu tehnologiju pa i same moraju biti pogodne za konfigurisanje nekih takvih holarhija. U tom okruženju su i ovi principi poslovanja: virtuelno preduzeće, digitalna tehnologija, inženjerski poslovi bez papirne dokumentacije, projektovanje proizvoda po neinženjerskim zahtevima kupaca, dijagnostika stanja mašina na daljinu, ubrzavanje procesa, simultanost procesa razvoja proizvoda itd. Za mašine alatke iz tih principa treba izvesti i realizovati koncepcije, performanse i dovoljnu agilnost tehnologije u kojoj se one koriste. Uopštavanjem pojma mašine alatke za konfigurisanje mašina treba da bude svejedno da li je reč o mašini za mehaničku obradu, erozimat, mašina za brzu izradu prototipova, mašina sa serijskom ili sa paralelnom kinematikom itd.

2. METODOLOGIJA ZA KONFIGURISANJE

Jedan mogući pristup integrisanoj metodologiji za projektovanje paralelnih mašina alatki je dat na slici 1. Osnovna ideja za gradnju ovakvih mašina alatki je projektovanje u integrisanom okruženju – koje treba da

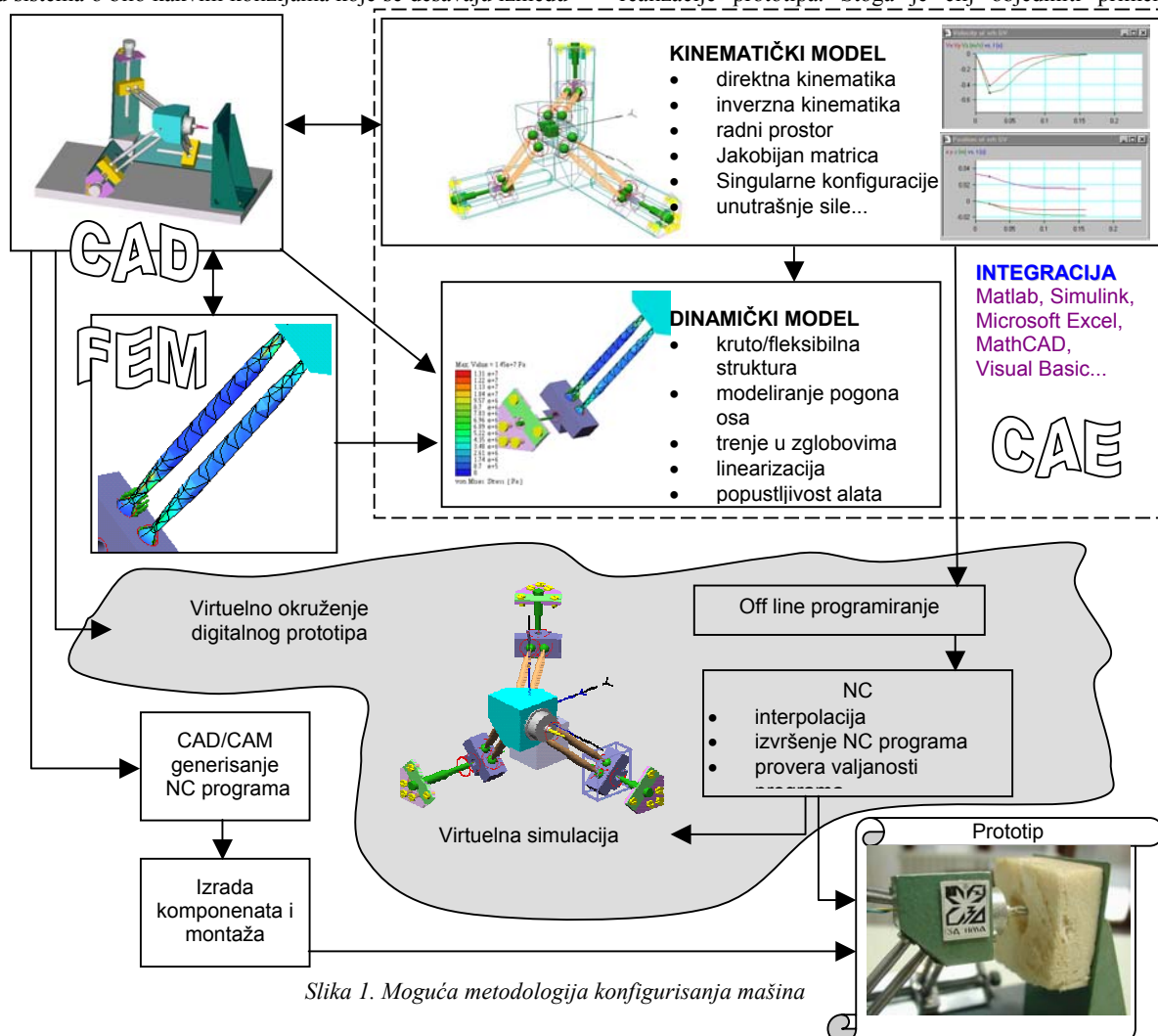
omogućiti istovremenu sintezu fizičke strukture mašine i virtuelne mašine alatke – za proveru valjanosti modela, vizuelnog izgleda, off-line programiranja i algoritama upravljanja. Kao što je pokazano na slici 1, mogući integrisani pristup projektovanju paralelnih mašina alatki sastoji se od:

- 1) CAD sistema – koji će biti u upotrebi kao komercijalni proizvod, kao pomoć projektantu da izvrši izbor topološke klase paralelne mašine alatke i konfiguracije mašine koja pripada toj klasi. Ovaj CAD sistem takođe obavlja automatsku sintezu matematičkog modela izabrane mašine kao što je gore prikazano. Činjenica je da su u fazi koncipiranja mašine značajne komparativne analize pojedinih karakteristika paralelnih mašina alatki (tj. Manipulativnost, radni prostor, statika, kinetostatika i dinamika) od kojih se očekuje da pomogne projektantu da izabere najbolji mogući paralelni mehaizam za specifični zadatak koji je postavljen.
- 2) Matematičkih analiza za usavršavanja procedura za izračunavanja gore pomenutih karakteristika. Ovi alati za matematičke analize će biti upotrebljeni osim toga i u okruženju upravljačkih algoritama (tj. inverzni kinematički problem, interpolacija u realnom vremenu, program za izbegavanje kolizije i singulariteta).
- 3) Paketa za proračun primenom metoda konačnih elemenata (FEM), pri čemu će biti modelirani delovi, kao i struktura paralelnih mašina alatki. Ovo modeliranje i proračuni imaju za cilj da omoguće projektantu da lokalizuje kritične komponente, koje ponajviše utiču na globalnu krutost mašine alatke. Redukovani model sa ograničenim brojem stepeni slobode, može biti uvezen u raznovrsno okruženje.
- 4) Raznovrsnih simulacija okruženja koje koriste postojeće dinamičke analize i simulacije izabrane mašine. Integrisani model sadržava opis svih elemenata koji doprinose performansama realne mašine: mehanička struktura, sa odgovarajućim komponentama, pogona osa i regulatora trenja u zglobovima.
- 5) Virtuelnog okruženja koje karakterišu uglavnom tri funkcionalnosti: a) valjanost programa za obradu dela generisanog pomoću komercijalnog CAM; b) on-line vizuelizacija izvršenja NC programa pri daljinskom monitoringu uz proveru valjanosti programa; c) off-line programiranja izabrane mašine.

Virtuelno okruženje će biti bazirano na 3D modelima koji vode poreklo iz CAD okruženja. Ovi modeli se takođe

koriste i za projektovanje realnih mašina alatki, i kinematičkog modela. U toku kretanja koja ostvaruje virtuelna paralelna mašina alatka, korisnik dobija informacije od sistema o bilo kakvim kolizijama koje se dešavaju između

daleko na svojoj koncepciji, umesto da se kupi tuđi nedovršeni proizvod. Radi toga je i planirano ostvariti konfigurisanje mašine, kroz odgovarajuću metodologiju, do realizacije prototipa. Stoga je cilj objediniti primenjene



Slika 1. Moguća metodologija konfigurisanja mašina

pojedinih delova i mašine ili sa drugim objektima koji se nalaze u posmatranom radnom prostoru.

Posle izvršenih analiza i sazrevanja digitalnog prototipa može se krenuti i u realizaciju pravog fizičkog prototipa lansiranjem nulte serije mašine gradnjom i montažom uz upotrebu CAD/CAM tehnologija.

Poslednjih godina, pokazan je značajan interes istraživanjima na temu paralelnih mašina alatki. Ova popularnost potiče od činjenice da paralelne mašine alatke poseduju neke specifične prednosti u odnosu na njihove serijske konkurente, kao što su veća krutost i sposobnost opterećenja, bolje dinamičke performanse i vrlo jednostavna inverzna kinematika. Sve ove pogodnosti moraju se proveriti još u fazi konfigurisanja mašina alatki, ukoliko jer značajno mogu uticati na same parametre mašine, kao i njenu funkcionalnost u pogledu gabarita, veličine radnog prostora, načina programiranja (uz zadržavanje navika rukovaoca mašina), itd. Istraživanja se izvode u okviru projekta Troosne paralelne mašine, u čijem finansiranju učestvuju MNT Republike Srbije i industrija.

3. ZAKLJUČAK

Na osnovu uvida u postojeća dostignuća u pogledu realizacije mašina alatki i sopstvenih istraživanja, u radu se prava znanja planiraju ostvariti metodom nedovršene koncepcije, koji bi se mogao iskazati kao pristup po kome je bolje samostalno koncipirati i u gradnji odmaći dovoljno

metode koje nudi računarska oprema za simultano projektovanje i sazrevanje konfigurisanog rešenja kroz digitalni prototip na kome treba izvršiti različite analize i simulacije, pre izgradnje konačnog proizvoda.

4. LITERATURA

- [1] Živanović S., Tehnološki modul sa paralelnim mehanizmom, magistarski teza, Mašinski fakultet Beograd, 2000
- [2] L. Molinari Tosatti, G. Bianchi, I. Fassi, C.R. Boer(2), An Integrated Methodology for the Design of parallel Kinematic Machines (PKM), Annals of the CIRP vol. 46/2/1997, pp.341-345
- [3] M. Glavonjić, D. Milutinović, S. Živanović, Koncepcija pogonskih osa funkcionalnog simulatora troosne mašine sa paralelnom kinematikom, Projekat: Troosne paralelne mašine -MIS.3.02.0101.B,Elaborat PN0101-01, Mašinski fakultet, Beograd, 2002.
- [4] S. Živanović, R. Ivanović, Simulacije kinematike troosne paralelne mašine, DEMI 2003, Zbornik radova, str.85-90, Univerzitet u Banja Luci, Mašinski fakultet, Banja Luka, 2003.

Autor: mr Saša Živanović, dipl. maš. ing., Univerzitet u Beogradu, Katedra za proizvodno mašinstvo, 27. marta 80, 11000 Beograd, Tel.: +381 11 3370-341, Fax: +381 11 3370-364, E-mail: szivanovic@mas.bg.ac.yu