



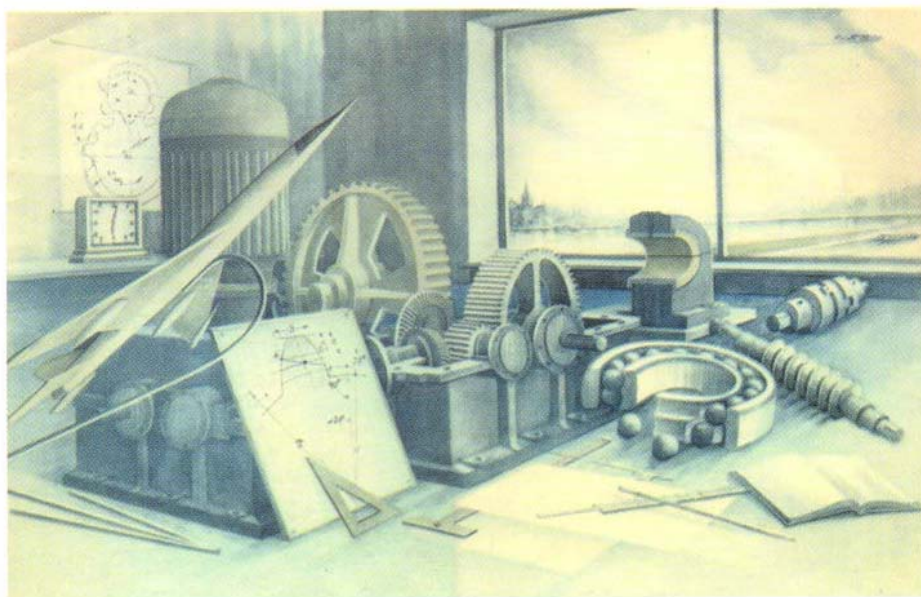
**JUGOSLOVENSKO DRUŠTVO
ZA MAŠINSKE ELEMENTE I
KONSTRUKCIJE**

ZBORNİK RADOVA

sa naučno - stručnog skupa

ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ MAŠINSKIH ELEMENTATA I SISTEMA

IRMES 2000



Kotor

13-15, Septembar 2000.



**UNIVERZITET CRNE GORE
MAŠINSKI FAKULTET PODGORICA
Katedra za konstruisanje**



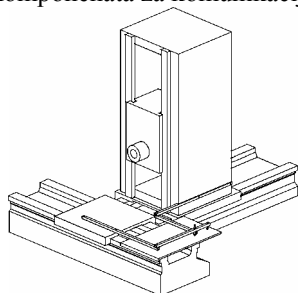
MODELI TEHNOLOŠKIH MODULA SA PARALELNIM MEHANIZMOM

Živanović S.

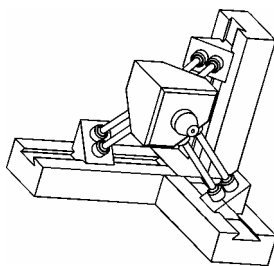
U radu su predstavljeni aspekti primene CAD okruženja na primeru modeliranja tehnoloških modula sa paralelnim mehanizmom (TeMoPaM). Za pojedine modele je ostvarena i fizička realizacija, za potrebe formiranja edukacionog sistema i eksperimentalnih istraživanja.

1. Uvod

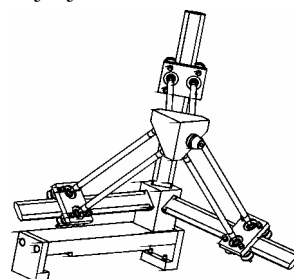
U cilju zasnivanja eksperimentalnog rada, na temu tehnoloških modula sa paralelnim mehanizmima, zamišljeno je da se postojeća oprema Zavoda za mašine alatke Mašinskog fakulteta iskoristi na netradicionalni način, odnosno da bude baza za koncipiranje i gradnju eksperimentalnog i edukacionog prototipa troosne mašine alatke kao tehnološkog modula, na bazi paralelnog mehanizma. Kao srž ove ideje, je upotreba serijskog mehanizma horizontalnog obradnog centra sa potrebnim modifikacijama. Razmatranja se počinju od 2D paralelnog mehanizma do 3D paralelnog mehanizma za koji je neophodno raspregnuti dve spregnute serijske ose. Namera je da se na ovaj način raspoloživa tradicionalna oprema iskoristi na netradicionalni način, da bi se sačinio sopstveni eksperimentalni i edukacioni sistem, bez upuštanja u razvoj i gradnju tipskih komponenata za komunikaciju, programiranje, pogon i upravljanje.



*Slika 1. Bazna mašina sa
2D TeMoPaM*



Idejno rešenje TeMoPaM



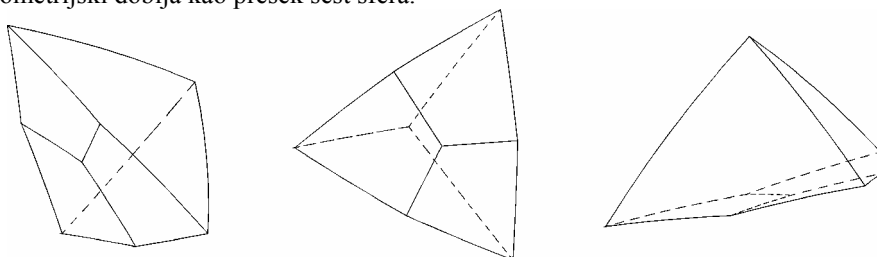
3D TeMoPaM

Idejno rešenje edukacione paralelne mašine alatke bazira na uopštenoj ideji koncepcije sa translatorno pokretnim zglobovima i nogama konstantnih dužina. Prvi radovi vezani za proveru, egzistencije ovakve postavke mašine rađeni su na modelu od drveta, kao i na virtuelnim modelima u Pro/ENGINEER-u čime je hipoteza o gradnji tehnoloških modula sa paralelnim mehanizmom proverena. Idejno rešenje podrazumeva paralelnost osa tradicionalne mašine sa osama po kojima se kreću klizači sa zglobovima. Svaki od klizača je nagnut pod uglom od 45° , a takođe je i kocka platforme zasečena pod istim uglom paralelno sa odgovarajućim klizačem. Platforma i klizač su sa po dve noge konstantnih dužina sfernim zglobovima međusobno povezane. Na taj način bi se translatorskim pomeranjem klizača menjala pozicija platforme po tri ose, slično kao što se to ostvaruje i na tradicionalnim troosnim mašinama, ne menjajući orijentaciju alata, koji ostaje stalno paralelan horizontalnoj Z osi.

2. Radni prostor kao CAD model

Radni prostor paralelnih mašina alatki je u odnosu na tradicionalne mašine alatke, značajno manji. Prilikom projektovanja nove paralelne mašine alatke potrebno je odrediti veličinu i oblik radnog prostora, jer on značajno može uticati na veličine ključnih parametara i same koncepcije mašine. Postoje različiti pristupi određivanja radnog prostora. Ovde će biti prikazan geometrijski primenom CAD paketa, uz uvažavanje postojećih ograničenja paralelnog mehanizma. Dobijeni modeli su provereni primenom direktne kinematike, izračunavanjem ostvarivih položaja, za sve moguće pozicije na osama i crtanjem takvog radnog prostora [2].

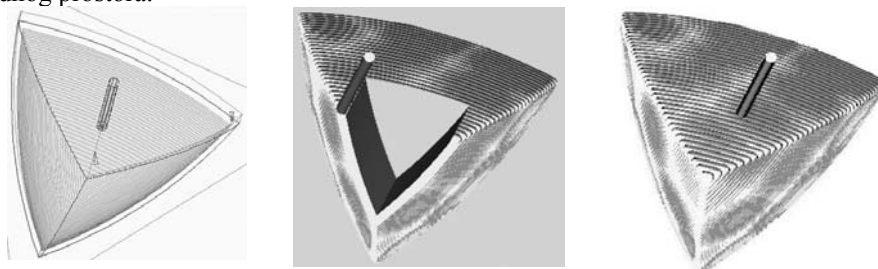
Za početno određivanje oblika i veličine radnog prostora 3D tehnološkog modula, iskorišćena su geometrijska ograničenja, koja postoje za razmatrani tip paralelnog mehanizma. Ova ograničenja se odnose na konstantne i jednake dužine svih šest nogu, kao i na početne i krajnje pozicije translatorskih osa. Za slučaj kretanja klizača od $poj=200 - 800$ mm, gde je $j = x, y, z$, i dužine nogu od $l = 800$ mm, radni prostor se geometrijski dobija kao presek šest sfera.



Slika 2. CAD modeli radnog prostora u Pro/ENGINEER-u

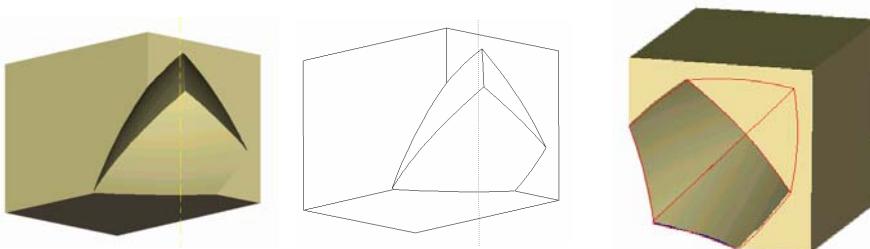
Pri tome su pravljene prvo preseke tri sfere sa centrima u krajnjim pozicijama po translatorskim osama radijusa $r = l$, u trenutku kada su noge upravne na klizače. Zatim su od ovog oblika oduzete sfere sa centrima u početnim pozicijama translatorskih osa istih radijusa. Kao rezultat ovog oduzimanja dobijeni oblik radnog prostora je prikazan na slici 2. S obzirom da je reč o parametarskom modeliranju, dimenzije se mogu kasnije menjati i dobijati modeli radnog prostora za najrazličitije kombinacije dužina nogu i opsega kretanja klizača. Dobijeni model se primenom istog paketa može pretočiti i u fizički model, obradom zapremine koja ispunjava radni prostor. Da bi se modelirani

radni prostor pretočio u odgovarajuću šupljinu koju je moguće obraditi, vrši se sklapanje modela radnog prostora i priprema, a zatim oduzimanje zapremine radnog prostora opcijom *Cutout*, čime je dobijena udubljena zapremina oblika radnog prostora (slika 3). Na bazi ovakvog udubljenog modela može se ostvariti generisanje putanje alata za obradu na nekoj NUMA tradicionalne koncepcije čime se dobija i fizički model radnog prostora.



Slika 3. Obrada modela radnog prostora primenom CAD / CAM opcije Pro/ENGINEER-a

Izrada modela radnog prostora za 3D PMA, zasnovana je na mogućnosti CAM opcije Pro/Engineer-a, za deo koji je prethodno modeliran, što je u ovom slučaju napravljeno sa radnim prostorom. Ovde je značajan položaj radnog prostora čija se osa poklapa sa pravcem dijagonale zamišljene kocke stranice l . Obrada radnog prostora se može ostvariti i pomoću tradicionalne mašine alatke, kao što je NUMA tipa horizontalnog obradnog centra. Razlog za ovaj izbor je mogućnost za dobijanje programa postprocesiranjem koje nudi Pro/Engineer, koji poseduje standardni postprocesor MILL302 za Fancu upravljačku jedinicu koju koristi i HMC500. Međutim prikazana simulacija obrade modela radnog prostora važi u opštem slučaju kada bi osa alata bila duž pomenute dijagonale. Stvarni položaj glavnog vretena 3D PMA, je u pravcu jedne od stranica zamišljenog kvadrata. Zato bi stvarni oblik radnog prostora za razmatrani tehnološki modul 3D PMA u ovom radu, bio sličan prethodnom, ali presečen jednom ravni koja je upravna na pravac GV paralelne mašine alatke (slika 4).

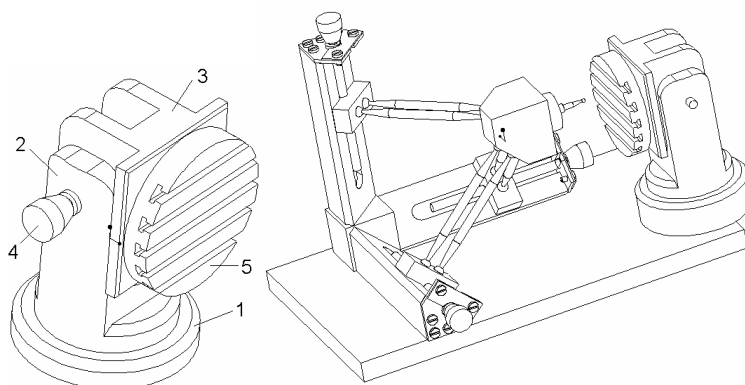


Slika 4. Stvarni oblik radnog prostora za 3D PMA HBG kao tehnološki modul

3. CAD modeliranje u razvoju tehnoloških modula kao obradnih sistema nove generacije

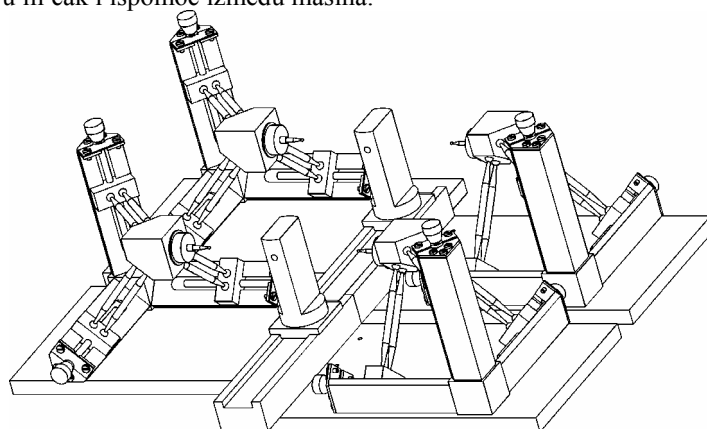
Razmatrano idejno rešenje tehnološkog modula sa paralelnim mehanizmom omogućava troosnu obradu. Pri tome se ne menja pravac alata i on stalno ostaje paralelan osi Z. Da bi ovakav tehnološki modul mogao da omogući pristup alata površini obratka, prema

željenoj strategiji, pri čemu je moguće naganjanje alata, moguća je nadogradnja razmatranih modela koncipiranjem hibridne paralelno - serijske strukture (slika 5), koju bi sačinjavali opisani 3D tehnološki modul zajedno sa troosnim obrtnim stolom. Naime položaj alata i dalje ostaje fiksno paralelan Z osi, ali je ovde moguće naganjanje obratka zahvaljujući rotacijama na radnom stolu (obrtanje baze oko vertikalne ose, propinjanje - obrtanje oko uzdužne horizontalne ose, valjanje - obrtanje kružne palete oko svoje ose). Radni sto može imati i dodatnu translaciju po podlozi, čime bi se umanjio nedostatak malog radnog prostora paralelne mašine alatke.



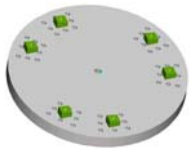
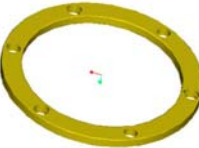
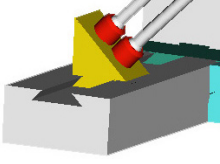
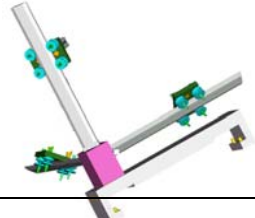
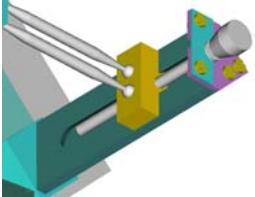

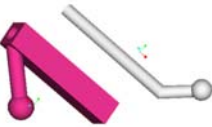




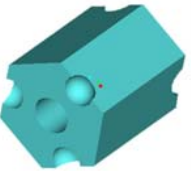
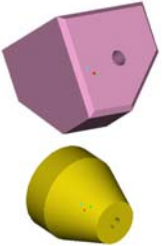
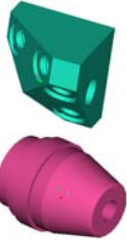


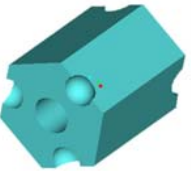
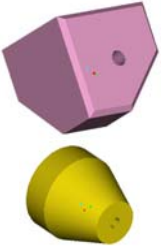
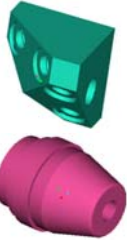


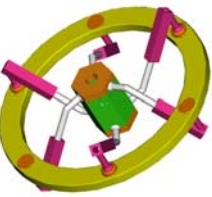
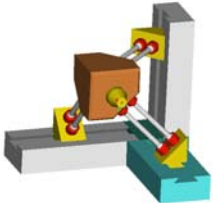
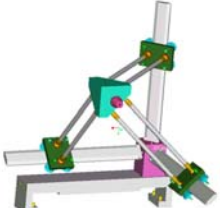
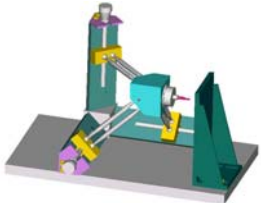
Slika 5. Hibridna paralelno serijska mašina alatka

Primer uparivanja po dva ili više tehnoloških modula, po uzoru na već postojeće slične sisteme, pokazan je na slici 5. Oni su okrenuti licem u lice, pri čemu se između njih nalazi transportni sistem sa paletom, koja omogućava obostranu obradu delova, uz simultani rad obe obradne jedinice. Zahvaljujući translaciji obratka, može se umanjiti nedostatak malog radnog prostora. Transportni sistem je značajna karika u povezivanju tehnoloških modula, koji omogućava prenos obratka sa mašine na mašinu, međusobnu kooperaciju ili čak i ispomoć između mašina.



Slika 6. Povezivanje tehnoloških modula sa paralelnim mehanizmom kao holonskih obradnih jedinica u CAD okruženju

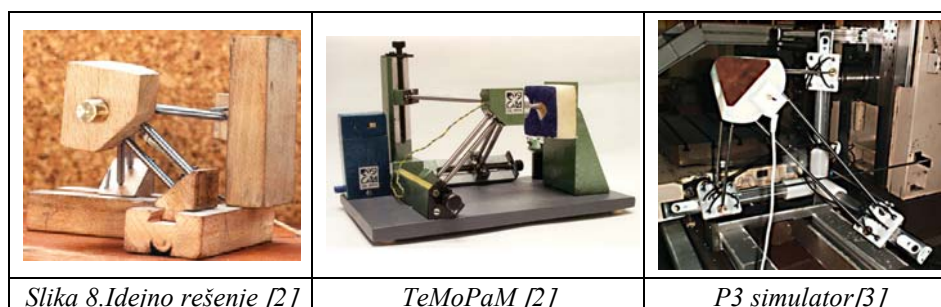
Na slici 7. je prikazana geneza do sada modeliranih tehnoloških modula sa paralelnim mehanizmom u Pro/ENGINEER okruženju.

bazna platforma					
noge mehan					
pokretna platforma					
osnovni modul GK					
tehnološki moduli sa paralelnim mehanizmom					

Slika 7. Virtuelni CAD modeli tehnoloških modula sa paralelnim mehanizmom

5. Zaključak

Radom su predstavljeni rezultati koncipiranja tehnoloških modula sa paralelnim mehanizmom u CAD okruženju, počev od prvih idejnih rešenja, do rešenja koja su doživela i fizičku realizaciju.



Ovim modeli prethodili su realizaciji sopstvenog edukacionog tehnološkog sistema, za unapređenje rada sa studentima kao i realizaciju istraživanja [2], koja su obavljena u Zavodu za mašine alatke Mašinskog fakulteta u Beogradu. Nastali modeli su korišćeni prilikom koncipiranja, ali i dalje u fazi konstruisanja kao i u realizaciji. Takođe ovi modeli mogu biti korišćeni za različite analize kao što su simulacije kinematike [2], proračuni metodom konačnih elemenata itd. Savremeno projektantsko mesto je u čvrstoj sprezi sa CAD modeliranjem, dok dobijeni CAD modeli svaki na svoj način reprezentuju ekvivalentnost sa proizvodom.

6. Literatura

- [1] Živanović S., Modeliranje delova i sklopova paralelne mašine alatke u Pro/ENGINEER okruženju, IRMES 98, Zbornik radova, str. 73 - 78, Mašinski fakultet, Beograd, 1998.
- [2] Živanović S., Tehnološki modul sa paralelnim mehanizmom, magistarski rad, Mašinski fakultet Beograd, 2000
- [3] Glavonjić M., Čović N., Naša prva paralelna mašina alatka, 22. simpozijum NU - Roboti - FTS, Zbornik radova, Mašinski fakultet, Beograd, 2000.

Živanović S.

MODELS OF MANUFACTURING MODULES WITH PARALLEL MECHANISM

Usage of CAD environment on example of modelling of manufacturing module with parallel mechanism is presented in this paper. Some models were physically realized for purposes of forming of education system and experimental research.

**Živanović Saša, dipl. maš. ing., asistent - pripravnik, Mašinski fakultet - Beograd,
Katedra za Proizvodno mašinstvo, 27. marta 80, e-mail:
ZIVANOS@CENT.MAS.BG.AC.YU**