



**JUGOSLOVENSKO DRUŠTVO
ZA MAŠINSKE ELEMENTE
I KONSTRUKCIJE**

ZBORNİK RADOVA

sa naučno-stručnog skupa

**ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ
MAŠINSKIH ELEMENATA
I SISTEMA**

IRMES '98

MAŠINSKI FAKULTET BEOGRAD
10. i 11. Septembar 1998.



**UNIVERZITET U BEOGRADU
MAŠINSKI FAKULTET
Katedra za opšte mašinske konstrukcije
Institut za opšte mašinske konstrukcije**

Jugoslovensko društvo za mašinske elemente i konstrukcije



Naučno – stručni skup
ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ
MAŠINSKIH ELEMENATA I SISTEMA
IRMES '98



Mašinski fakultet u Beogradu, 10. i 11. septembar 1998.

MODELIRANJE DELOVA I SKLOPOVA
MODELA PARALELNE MAŠINE ALATKE
U Pro / ENGINEER OKRUŽENJU
Živanović S.

U radu se razmatra projektovanje komponenata za model paralelne mašine alatke. U uvodnom delu se daje objašnjenje pojma paralelnih mašina alatki u poređenju sa tradicionalnim. Za dalje proučavanje rad obuhvata modeliranje oblika komponenata, montaže podsklopova i celog modela u virtuelni solid model paralelne mašine alatke u Pro / ENGINEER okruženju. Za projektovani model postoji i fizička realizacija modela, ostvarena u okviru Instituta za Proizvodno mašinstvo.

1.0 UVOD

Tradicionalne mašine alatke se baziraju na pravolinijskim kretanjima alata i/ili obratka, koja zavise od kretanja klizača po vođicama. Tačnost je direktno povezana sa kvalitetom para klizač/vođice. Nekada su dominantne bile klizne vođice, dok se danas kod novijih mašina dosta koriste i kotrljajne vođice. Krutost tradicionalnih mašina alatki je direktno povezana sa masom.

Paralelne mašine alatke pripadaju klasi mašina sa paralelnim mehanizmom, na bazi Stjuartove platforme. Osnovne zahteve pri projektovanju mašina alatki sa paralelnim mehanizmom opisao je D. Stewart u svom radu iz 1965. [1]. Po ovom autoru se ovaj mehanizam često i zove Stjuartova platforma.

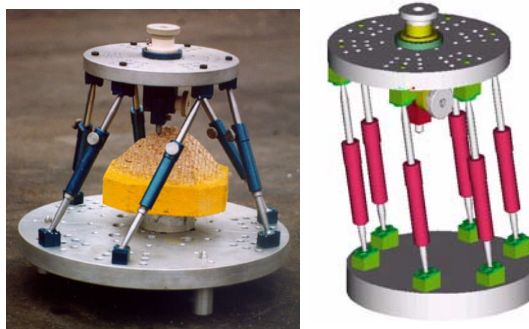
Novi obradni centri, koji baziraju na paralelno kinematički vezanim mehanizmima, u kontrastu su sa tradicionalnim mašinama alatkama, koje predstavljaju serijski vezane mehanizme. Kod mašina alatki sa paralelnim mehanizmom, razlikujemo baznu platformu koja je nepokretna i platformu koja kućišti glavno vreteno. Obe platforme su povezane sa 6 nogu, pogonjenih odvojenim servomotorima, koji rade zajedno na pokretanju platforme koja nosi glavno vreteno, odn. alat. Noge mehanizma imaju mogućnost izduživanja i skraćivanja, čime menjaju poziciju i orijentaciju alata, dozvoljavajući time 6 - osnu obradu.

Noge su realizovane najčešće kao zavojna vretena sa recirkulacionim kuglicama sa fiksnom ili pokretnom navrtkom, u zavisnosti od primenjenog rešenja.

Položaj osa mašine ovde zavisi od položaja nogu koje stalno menjaju svoj položaj u toku simultanog rada motora. Na paralelnoj mašini alatki možemo uočiti sledeće konceptualne celine:

- bazna platforma (nepokretna),
- pokretna platforma,
- noge mehanizma.

Na primeru modela paralelne mašine alatke (slika 1), u radu se razmatra projektovanje oblika delova i kreiranje podsklopova prema gore navedenim celinama. Za dobijene delove i podsklopove realizovana je i montaža kompletnog modela u Pro / ENGINEER okruženju.



*Slika 1. Model paralelne mašine alatke
Fizička realizacija i CAD solid model*

Pro/ENGINEER je predvodnik CAD sistema 3 generacije. Zasniva se na parametarskom projektovanju, na jedinstvenoj bazi podataka uz punu asocijativnost između svih elemenata modela i podršci paralelnom projektovanju. Autor programa je američka firma PTC. Pro/ENGINEER je zasnovan na modularnom principu. Izborom željenih modula i njihovom integracijom korisnik je u mogućnosti da zaokruži kompletan razvojni put proizvoda, prilagođen sopstvenom proizvodnom programu.

Pro/ENGINEER omogućav sveobuhvatni proces projektovanja, prvo oblika i geometrije delova, odgovarajućih crteža, zatim projektovanja tehnologije izrade, uz moguću simulaciju obrade na računaru, kao i dobijanje postprocesiranih programa za obradu delova na konkretnim numerički upravljanim mašinama alatkama. Time znatno skraćen period od ideje do izrade proizvoda, čme ovaj paket daje snažnu podršku aktuelnoj "rapid prototyping" tehnologiji.

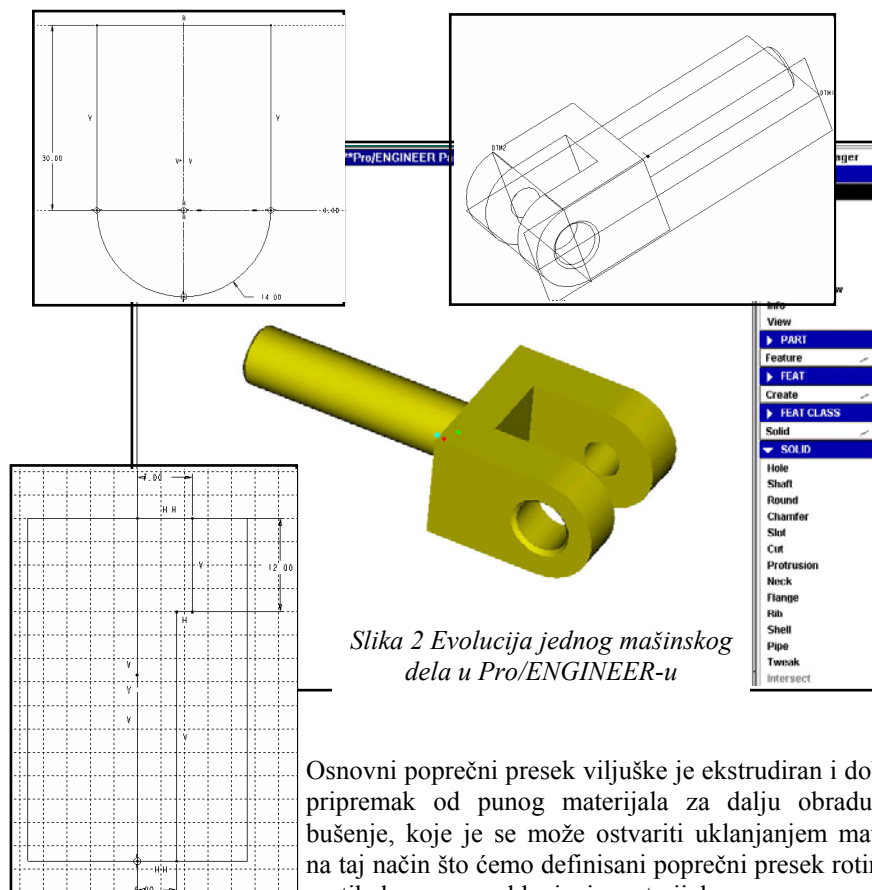
2.0 PROJEKTOVANJE MODELA PARALELNE MAŠINE ALATKE

Model paralelne mašine alatke na bazi Stjuartovog mehanizma treba da poseduje sledeće karakteristike:

♣ u bazi i platformi treba da postoje otvori za različite rasporede zglobova, simetrične i nesimetrične po krugu, ili slobodni raspored; ♣ u bazi treba da postroje i pomoćni otvori, za baziranje i stezanje probnih obradaka; ♣ u platformi se predviđa otvor koji treba da nosi model prenosnika za glavno kretanje (ovde model dvoosne glave); ♣ na platformi se postavlja model dvoosne glave, tako da model mašine alatke ukupno ima osam stepeni pokretljivosti, od čega su na glavi dva i služe za doseganje teže dostupnih površina obradka; ♣ zglobovi su realizovani tako da omogućavaju proizvoljno kombinovanje sfernog i kardanovog zgloba. Ovo ima za cilj mogućnost iznalaženja i testiranja novih konfiguracija mašina alatki i robota na bazi paralelnih mehanizama, primenom odgovarajućih modela.

2.1 Projektovanje delova u PART modulu

Projektovanje delova u PART modulu Pro/ENGINEER-a, zasniva se na tzv. “feature based” solid modeleru. To je u stvari projektovanje delova primenom tipskih elemenata, pri čemu se materijal dodaje ili oduzima. Najpre se vrši definisanje poprečnog preseka u sketcher okruženju, da bi se iz ovakvog ravanskog prikaza izvukla treća dimenzija i formirao 3D solid model. Na slici 2 je prikazana evolucija jednog dela i to viljuške koja nosi dvoosnu glavu modela paralelne mašine alatke. Na slici se vidi i deo menija PART modula sa standardnim inženjeriskim elementima, koji odgovaraju pojedinim proizvodnim zahvatima kao što su bušenje, obaranje ivica, sečenje po zatvorenoj ili otvorenoj konturi, dodavanje ili oduzimanje materijala, formiranje kutijastih delova itd.



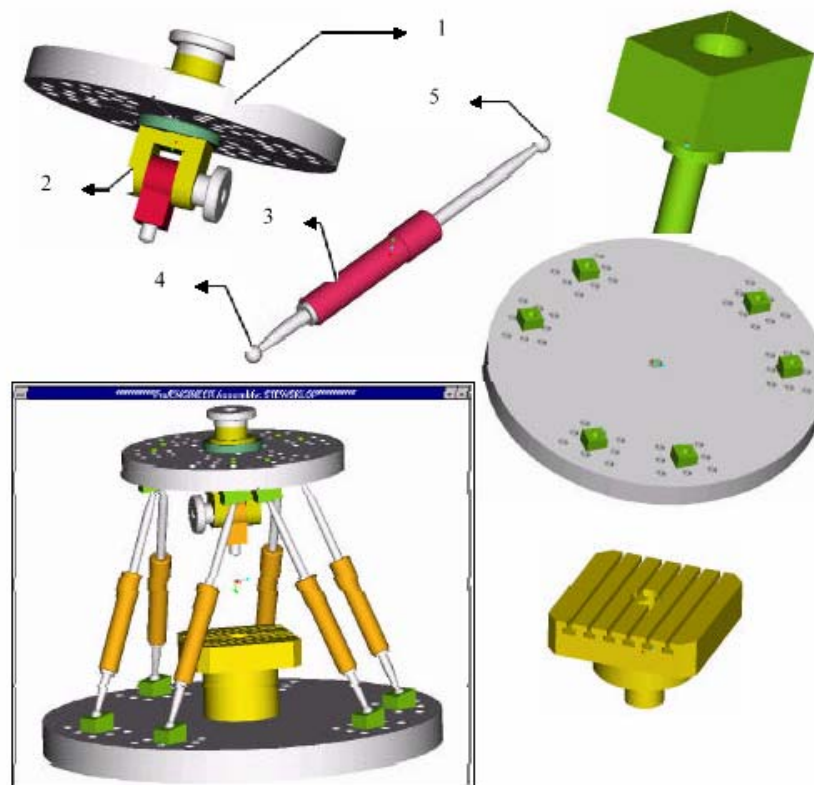
Osnovni poprečni presek viljuške je ekstrudiran i dobijen je pripremak od punog materijala za dalju obradu. Sledi bušenje, koje je se može ostvariti uklanjanjem materijala, na taj način što ćemo definisati poprečni presek rotirati oko vertikalne ose uz uklanjanje materijala.

Crtanje poprečnih preseka se ostvaruje odokativno, da bi se dimenzionisanjem dobile prave vrednosti. Sistem je u stanju da prepozna horizontalne i vertikalne linije i da ih obeležava sa H ili V. Za složenije poprečne preseke postoji i opcija automatskog dimenzionisanja, gde se zadaju samo kote gabarita dok ostale sistem automatski određuje sam. Naravno mi posle toga prilagođavamo samo brojne vrednosti pojedinih kota. U nastavku se vrši još jedno oduzimanje materijala po otvorenoj pravougaonj

konturi opcijom *Cut*, po celoj dubini, čime smo dobili viljušku. Drška viljuške se dobija dodavanjem materijala i to, ekstrudiranjem kružnog poprečnog preseka, na određenu dužinu. Poslednji zahvat pri dizajnu ovog dela je obaranje ivice na čelu drške, kao i na upuštenom delu otvora. Time je projektovanje jednog mašinskog dela, potpuno zaokruženo.

2.2 Montaža komponentata u ASSEMBLY modulu

Assembly je jedan od modula Pro/ENGINEER-a, koji omogućava montažu kreiranih delova (partova) u sklop, uz mogućnost dorade i u okviru sklopa.

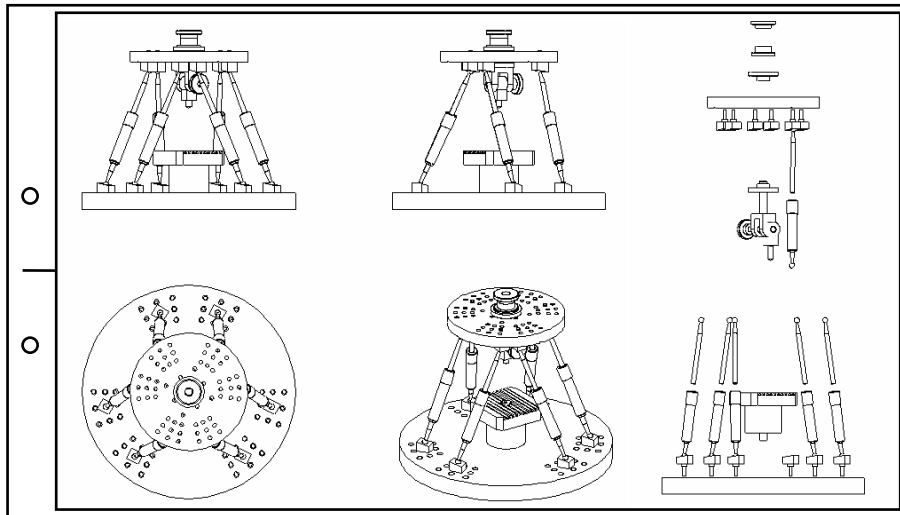


Slika 3 Prikaz podskloпова i delova u strukturi modela paralelne mašine alatke

Prilikom montaže moguće je komponentama promeniti boje, radi boljeg uvida, kao i pogledati eksplodirani prikaz projektovanog sklopa. Kada se završi projektovanje svih delova, prelazi se na fazu generisanja podsklopova i sklopa celog modela. Ranije pomenute konceptualne celine modela su podsklopovi razmatranog modela. Postupak montaže je išao najpre dodavanjem komponentata dvoosne glave na pokretnu platformu, kao i svih 6 gornjih sfernih zglobova. Zatim se na određenom rastojanju postavlja bazna platforma sa montiranim donjim sfernim zglobovima i radnim stolom. Na kraju se vrši umetanje podsklopova nogu mehanizma u odgovarajuće sferne zglobove. Sam postupak montaže se odvija postavljanjem komponentata prema postojećim uz upotrebu potrebnog broja ograničenja (*Constraint*), kojim komponente zauzimaju željeni položaj u sklopu. Karakteristična ograničenja su: *Mate*, *Mate Offset*, *Align*, *Align Offset*, *Insert*, *Orient*, *Coord Sys*, *Tangent*, *Pnt On Srf*, *Edge On Srf*.

2.3 Tehnički crteži u DRAWING modulu

Drawing modul podrazumeva izradu radioničkih i sklopnih crteža, sastavnica, lista materijala i sl. Radionički crtež se dobija postavljanjem 2D projekcija modela na papir. Naravno pre svega potrebno je izabrati format, a onda postaviti i orijentisati osnovni pogled. Svi ostali pogledi se ravnaju i postavljaju prema osnovnom. Crtež može da poseduje i izometrijski prikaz dela. Tokom projektovanja mi smo već dimenzionisali deo tako da se ovde izborom odgovarajuće opcije menija, u crtež ubacuju sve potrebne kote. Ovako dimenzionisan radni predmet sa sigurnošću potpuno definiše deo. Naravno estetski prikaz kote se može naknadno ručno podesiti. Ovde je moguće izvršiti i unos novih vrednosti kote, pri čemu će ova promena biti istovremeno vidljiva u svim modulima. Na sklopnom crtežu se mogu nalaziti oznake svih pozicija sa sastavnicom i spiskom svih delova. Na slici 4 je dat sklop celog modela u različitim pogledima i prikazima.



Slika 4. Sklopni crtež modela sa projekcijama, izometrijskim i eksplodiranim prikazom

3.0 ZAKLJUČAK

Model paralelne mašine alatke je realizovan , u okviru projekata Instituta za Proizvodno mašinstvo i CIM, Mašinskog fakulteta u Beogradu. Fizički model se može koristiti za istraživanje različitih koncepcija mašina alatki i robota na bazi paralelnog mehanizma, za verifikaciju raznih izračunavanja, testiranje ponašanja novih konfiguracija i sl. Primenom Pro/ENGINEER-a, zokružen je proces modeliranja delova i sklopova modela paralelne mašine alatke. Pri tome su dobijeni solid modeli svake komponente, ostvarena je simulacija sklapanja komponenata u podsklopove i ukupan model. Pri tome značajno je napomenuti da je u svakoj fazi modeliranja moguće promeniti neke oblike ili dimenzije delova, a da će ta promena biti istovremeno vidljiva i u svim ostalim fazama. Ovo nam omogućava i kasnije dorade modela. Moguće je slobodno kombinovanje realizovanih zglobova za vezu nogu i platformi (sfernih ili kardanskih). Pored vrlo vernog prostornog prikaza koji se može posmatrati iz željenog ugla, može se uraditi i kompletna radionička dokumentacija (crteži delova i sklopova). S obzirom da izrada modela zahteva dosta istih komponenti, pogodno je obradu ovih delova ostvariti na numerički upravljanim mašinama. Pro/ENGINEER nudi i opciju za generisanje putanje alata, kao i simulaciju obrade. Model paralelne mašine alatke je u startu zahtevao projektovanje, dokumentaciju, NC programe, izradu i sklapanje. Razmatrano programsko okruženje Pro/ENGINEER-a, u potpunosti zadovoljava ove potrebe. U sklopu daljih istraživanja moguća je vrlo brza izrada novih koncepcija modela na bazi paralelnih mehanizama upotrebom postojećih komponenata ili njihovom rekonstrukcijom i odgovarajućom simulacijom sklapanja.

4.0 LITERATURA

- [1] Stewart D., A Platform With Six Degrees of Freedom, The Institution of Mechanical Engineers, Proceedings 1965-66, Part 1, No 15, str. 371-386
- [2] Živanović S., Glavonjić M., Pregled modernih brzohodnih mašina alatki, 22. JUPITER Konferencija, Zbornik radova, Mašinski fakultet, Beograd, 1996, str. 3.47-3.52
- [3] Pro/ENGINEER, PTC, 1996.

Živanović S.

MODELLING OF PARTS AND FITS OF PARALLEL MACHINE TOOL MODEL IN PRO/ENGINEER ENVIRONMENT

Design of components for the parallel machine tool model is considered in this paper. The introductory part explains the concept of parallel machine tools compared to the traditional ones. For further research, work includes modelling of the shape of the components, assembly of subfits and the whole model into virtual solid model of parallel machine tool in Pro/ENGINEER environment there is also a physical realization of the designed model realized within the Institute for Production Engineering.

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