



Živanović, S.¹

SINTEZA STRUKTURE FLEKSIBILNOG TEHNOLOŠKOG MODULA NA BAZI RASPOLOŽIVOG FONDA MODULA

Rezime

U radu se razmatra mogući pristup koncipiranju FTM, pri čemu je logika sinteze struktura predstavljena u obliku konačnog grafa. Pronalaženjem svih puteva između krajnjih čvorova u grafu, dobijaju se različite koncepcije mašina. Za jedan primer su predstavljena moguća producijska pravila za izbor odgovarajućih modula pri prolasku grafom (od modula koji nose obradak do modula koji nose alat). Ovakav pristup koncipiranju mašina pogodan je sa aspekta formalizacije logike povezivanja modula u fleksibilni tehnološki modul - FTM.

Ključne reči: fleksibilni tehnološki modul (FTM), graf, modul

SYNTHESIS OF FLEXIBLE MANUFACTURING MODULE ON THE BASIS OF AVAILABLE FUND OF MODULES

Summary

This paper considers a possible approach to conceptual design of Flexible Manufacturing Modules (FMM), using the logic of structure synthesis presented in the form of finite graph. By finding all ways between end nodes of such graph, various conceptions of machines can be obtained. For one example, possible production rules for choice of modules, in search through the graph (from workpiece - carrying modules to tool carrying modules) are presented. Such approach to conceptual design of machines is appropriate from aspect of formalization logic of integration of modules into FMM.

Key words: flexible Manufacturing module (FMM), graph, module

¹ Živanović Saša, dipl. maš. ing., asistent-pripravnik, katedra za Proizvodno mašinstvo, Mašinski fakultet, Beograd, 27. marta 80, e-mail: ZIVANOS@CENT.MAS.BAG.AC.YU

1. UVOD

Dinamika promene ponude i potražnje i prisutnost velikog asortimana proizvoda uticali su da razvoj industrije mašina alatki bude usmeren na razvijanje fleksibilnih tehnoloških sistema (FTM) višeg i/ili nižeg nivoa, koji će biti u stanju da reaguju na dinamične promene proizvodnje u skladu sa zahtevima tržišta. Današnji trend razvoja mašina alatki je proizvodnja visoko fleksibilnih i automatizovanih mašina.

Ovde je izvršena koncentracija različitih vrsta obrade, kao i automatsko rukovanje kompleksom alata i manipulacija radnim predmetima. Ove mašine karakteriše visoka tehnološka fleksibilnost sa visokim stepenom automatizacije primenom numeričkog i računarskog upravljanja. Povezivanjem ovakvih mašina alatki dobijaju se FTS sa računarskim upravljanjem. Kao sastavni element FTS javlja se fleksibilni tehnološki modul (FTM), koji je predmet razmatranja u ovom radu.

Opšta klasifikacija procesa projektovanja obuhvata tri faze: koncipiranje, proračune i konstruisanje. U svakoj od ovih faza postoje konceptualne analize i sinteze kao i odgovarajući postupci za njihovo sprovođenje. U koncipiranju fleksibilnih tehnoloških struktura višeg nivoa, polaznu osnovu čini FTM, koji u svom sastavu ima: obradni sistem, manipulacioni sistem, element veze za transportno-skladišni sistem, upravljački sistem. Postavka metoda sinteze biće predstavljena na primeru obradnog centra i to onog dela koji se odnosi na osnovnu mašinu, tzv. bazna koncepcija FTM koja obuhvata samo obradni sistem. Ova razmatranja se mogu proširiti i na ostale komponente koje ulaze u sastav FTM.

2. POSTAVKA METODA SINTEZE FTM

Sukobljenost dveju zahteva za fleksibilnošću i automatizacijom, ublažava se konceptom modularnosti. Modularno projektovanje pretpostavlja razvoj biblioteke modula iz kojih se komponovanjem dobija željena konfiguracija mašine. Ovde će na bazi nekih postojećih modula [1], biti predstavljena moguća sinteza bazne koncepcije FTM, na osnovu raspoloživog fonda modula.

Logika sinteze osnovne mašine se može predstaviti u obliku konačnog grafa S1. Moduli mašine predstavljeni su čvorovima grafa X_i , dok grane grafa ukazuju na mogućnost sprežanja modula koji su u vezi. Na slici 1-a) dat je konačan graf S1 gde čvorovi X_i predstavljaju:

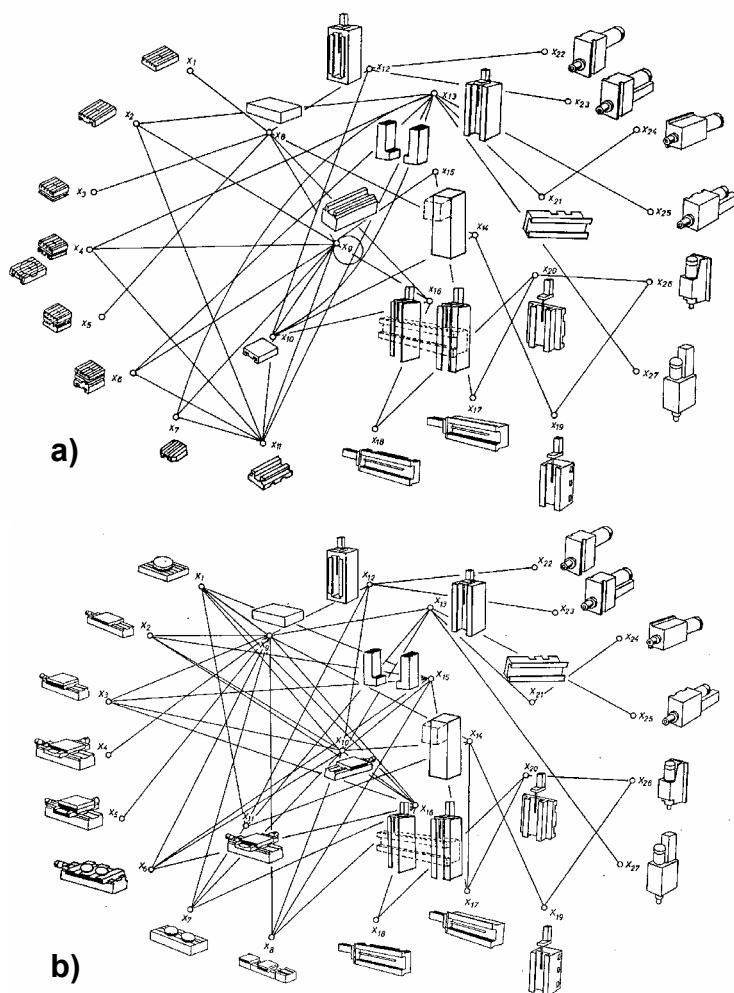
- X_1-X_7 stolovi,
- X_8-X_{11} klizači,
- $X_{12}-X_{16}$ stubovi,
- $X_{17}-X_{21}$ nosači prenosnika za glavno kretanje,
- $X_{22}-X_{27}$ prenosnici glavnog kretanja.

Prilikom sinteze određuju se svi putevi između početnih (X_1-X_7) i krajnjih čvorova ($X_{22}-X_{27}$), odn. čvorova koji nose obradak i čvorova koji nose alat. Odgovarajuće strukture mašina dobijaju se skupljanjem modula prolazeći granama grafa u smeru naznačenih relacija, pri čemu je potrebno sakupiti dovoljno modula da bi oformili osnovnu mašinu. U grafu S1 nisu označene relacije između čvorova, jer postoje i dvosmerne relacije, a time i mogućnost pojave ciklusa prilikom sinteze. Sve to otežava pronalaženje odgovarajućih

puteva. Spregnutost relacija se uočava između modula koji određuju kretanje obradka i početnog kretanja grane alata.

Osnovu strukture grafa S1 čine moduli. Grupisanjem pojedinih modula u kompletne modula odn. u tzv. koordinatne (osnovne) module, dobijamo preglednije puteve sinteze. Skup osnovnih modula i modula posle grupisanja nekih modula predstavljen je grafom S2 (slika 1-b). Razliku u pogledu čvorova između grafova S1 i S2 predstavljaju čvorovi X_1 - X_{11} koji su u novom grafu S2 grupisani kao: X_1 - X_8 osnovni moduli kretanja radnog predmeta, X_9 - X_{11} osnovni moduli kretanja grane alata, dok su ostali moduli X_{12} - X_{27} ostali nepromenjeni. Module je moguće dodatno grupisati, već prema tome kog je tipa mašina (horizontalna, vertikalna ili koordinatna) čija se struktura želi dobiti procesom sinteze. Na taj način se postojeća materijalna podrška modularnog mašinskog sistema može podeliti na tri podskupa modula :

$$X = X' \cup X'' \cup X'''$$



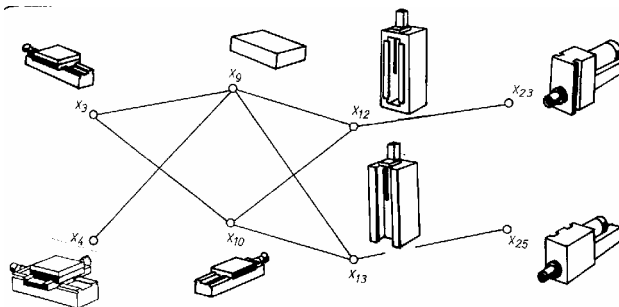
slika 1. a) Graf S1, b) Graf S2 [5]

X' skup modula za koncipiranje horizontalnih,
 X'' skup modula za koncipiranje vertikalnih i
 X''' skup modula za koncipiranje koordinatnih mašina.

Na ovaj način se sužava fond modula kao i spektar mogućih struktura mašina, ukoliko je tip mašine unapred poznat ili je utvrđen neposredno pre sinteze. Za sintezu strukture mašina bitno je poznavati čvorove koji nose obradak (X_1 - X_8) i čvorova koji nose alat (X_{22} - X_{27}). Prilikom sinteze određuju se svi putevi između početnih i krajnjih čvorova, krećući se u smeru orijentisanih veza. Dobra strana grafa S2 je izostanak ciklusa i orijentacija veze u grafu, od čvora sa manjim ka čvoru sa većim rednim brojem. Dužine potrebnih puteva da bi se kompletirala struktura mašine iznose 3, 4 i 5 veza.

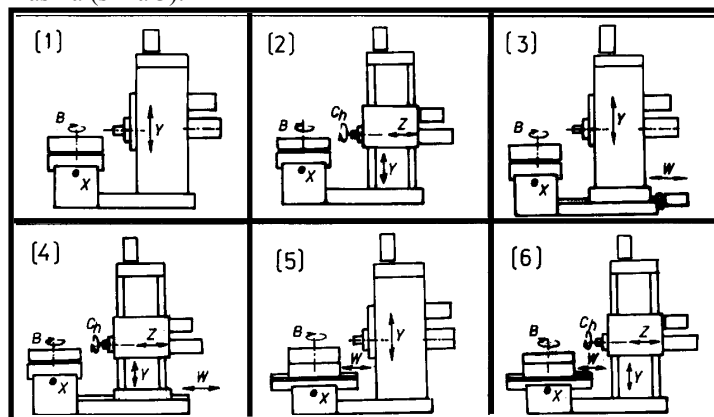
Pronalaženje svih puteva između početnih i krajnjih čvorova razmotriće se na jednostavnom podgrafu S' (slika 2). Dužine puteva da bi kompletirali mašinu u ovom podgrafu iznose svuda 3, što podrazumeva grupisanje po četiri modula u osnovnu mašinu. Moguće mašine sadrže sledeće kombinacije modula:

$X_3X_9X_{12}X_{23}$	$X_3X_9X_{13}X_{25}$
$X_3X_{10}X_{12}X_{23}$	$X_3X_{10}X_{13}X_{25}$
$X_4X_9X_{12}X_{23}$	$X_4X_9X_{13}X_{25}$



slika 2. Podgraf S' [5]

Za predstavljanje veza među modulima mogu se koristiti i matrice [3], koje bi bile odgovarajuća interpretacija grafova. Na osnovu dobijenih puteva, odn. kombinacija modula može se preći na strukturne formule kao i na crteže mogućih varijantnih struktura koncipiranih mašina (slika 3).



slika 3. Varijante koncipiranih rešenja obradnih centara prema podgrafu S' [5]

3. PREDSTAVLJANJE ZNANJA PRODUKCIONIM PRAVILIMA

Produkcionska pravila su logički misaoni procesi pomoću kojih se logički put rešavanja izvodi za odgovarajuće aktuelne primere. Ovde će biti razmotrena pravila za podgraf S' sa slike 3. Ova pravila predstavljaju uslovno-posledične veze uz uključivanje ocene (verovatnoće) za izbor posledične akcije (modula). Moguća skala

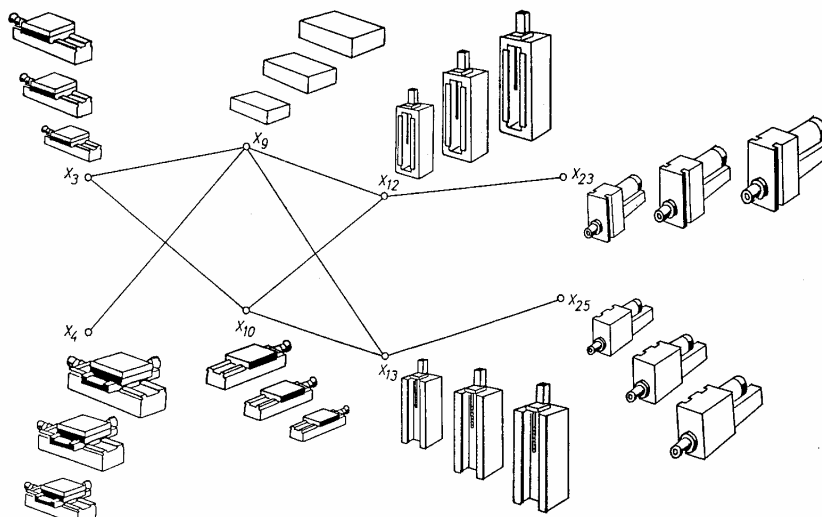
0.00	- nikad se ne koristi
0.25	- retko se koristi
0.50	- ni često ni retko
0.75	- često se koristi
1.00	- uvek se koristi

kvantifikacionih ocena je prikazana sa vrednostima i objašnjenjima [6].

Pravila za izbor odgovarajućih modula pri prolasku grafom od modula koji nose obradak do modula alata glase:

- (1) **AKO** je sto pokretan po X - osi, **ONDA** je stub nepokretan sa ocenom 0.50, ili pokretan u pravcu Z - ose sa ocenom 0.75,
- (2) **AKO** je sto krstasto pokretan po X i Z - osi, **ONDA** je stub nepokretan sa ocenom 1.00,
- (3) **AKO** je postolje bez vodjica, **ONDA** je stub prizmatični sa ocenom 0.50, ili ramni sa ocenom 0.50,
- (4) **AKO** je postolje sa klizačem u pravcu Z - ose, **ONDA** je stub prizmatični sa ocenom 0.50, ili ramni sa ocenom 0.50,
- (5) **AKO** je stub prizmatični, **ONDA** je prenosnik X_{23} sa ocenom 0.75,
- (6) **AKO** je stub ramni, **ONDA** je prenosnik X_{25} sa ocenom 0.75 [5].

Prethodno razmatrana grupa modula predstavlja module istih nazivnih veličina, koji se sigurno mogu spregnuti ukoliko postoji veza medju njima. Medjutim, ukoliko bi se posmatrao fond modula koji sadrži niz nazivnih veličina u zalihi (slika 4.), kao ključno pitanje se javlja: Da li je moguće sprežanje odgovarajućih modula, ali različitih nazivnih veličina?



slika 4. Familija modula u podgrafu S' [5]

Ideja za ovo razmišljanje potiče od analogije sa sličnim postojanjem preklopnih radnih oblasti kod susednih mašina u familiji. Suština ovakvih “preklopnih” modula je mogućnost njihove montaže kod susednih mašina u familiji. Na taj način bismo ostvarili veću fleksibilnost u toku sinteze, kao i dobijanje FTM po želji naručioca.

4. ZAKLJUČAK

Ovde je razmotrena logika sinteze strukture fleksibilnog tehnološkog modula (FTM) na bazi raspoloživog fonda modula osnovne mašine, koja obuhvata samo obradni sistem, primenom konačnih grafova. Predstavljena su dva pristupa i adekvatno tome dva odgovarajuća konačna grafa, od kojih je drugi graf S2 pogodniji sa aspekta raspregnutosti i preglednosti puteva sinteze. U cilju razvoja dovoljno upotrebljive baze za izgradnju rešavaoca problema za proces kompletiranja procedure koncipiranja FTM, razmotreno je predstavljanje znanja preko produkcionih sistema koji su se pokazali najpogodniji. Produkcionni sistemi baziraju na ideji uslovno posledičnih parova, odnosno produkcionih pravila koja su oblika

AKO (IF) → ONDA (THEN)
i znači ako je neki uslov, onda je sledeća akcija.

Pravi razlog ovakvog pristupa koncipiranju mašina, je da se postupak sinteze strukture FTM opiše i formalizuje, da bi se ova znanja mogla iskoristiti za proces automatizacije u koncipiranju FTM, pomoću nekog od programa za ljusku ekspertnog sistema. U tom pogledu se istraživanja mogu produžiti u pravcu postavljanja osnova nekakvog ekspert sistema za modularnu sintezu FTM.

5. LITERATURA

- [1] Milojević M., Sistem modularnog projektovanja numerički upravljanih bušilica-glodalica i obradnih centara, doktorska disertacija, Mašinski fakultet, Beograd, 1980.
- [2] Gatalo R., Novaković D., Rekecki J., Prilog razvoju sistema za automatizovano projektovanje modularno koncipiranih numerički upravljanih fleksibilnih tehnoloških struktura za obradu rotacionih delova, 24. Savetovanje proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Zbornik radova, Novi Sad, 1992., 4.145-4.152
- [3] Averanov, I., Geljsteyn, M., Vibor komponovok agregatirovannih mnogocelevih stankov, Stanki i Instrument, N°12, 1987
- [4] Milačić V.R., Teorija projektovanja tehnoloških sistema, Proizvodni sistemi III, Manufacturing Systems Design Theory, Production Systems III, Serija monografskih radova knjiga 2, YUPITER zajednica, Mašinski fakultet, Beograd, 1987.
- [5] Živanović S., Metodi koncipiranja fleksibilnih tehnoloških modula, diplomski rad, Mašinski fakultet, Beograd, 1995.
- [6] Veljović A., Elementi Ekspert Sistema za projektovanje tehnoloških procesa, Inteligentni tehnološki sistemi, knjiga 4, Mašinski fakultet u Beogradu YUPITER zajednica, Beograd, 1990.