



Саша Живановић, Милош Главоњић¹⁾

МЕТОДОЛОГИЈА ФУНКЦИОНАЛНОГ КОНФИГУРИСАЊА НОВИХ МАШИНА АЛАТКИ²⁾

Резиме

Конфигурисање нових машина алатки је комплексан задатак који укључује коришћење широког спектра концепција, метода, модела, прорачуна, технологија, симулација, технономије. У раду се представља методологија функционалног конфигурисања нових машина алатки, са примером примене ове методологије на конкретан пример стоне троосне машине са паралелном кинематиком *pn101_st V.1*.

Кључне речи: конфигурисање, нова машина алатка

1. УВОД

Машине алатке напуниле су два века свог постојања. Изнеле су терет индустријске револуције у прошлом веку, допринеле нагом развоју и производњи добара у прошлом и текућем веку и обезбедиле системски приступ у изради и коришћењу технолошких система. Сада оне служе и за градње првих прототипова обећавајућих нових машина алатки. Очекивани тренд развоја машина алатки заснован је на такозваној спирали развоја машина алатки слика 1а). По њој се прво појави неки (нови) производ (PR), за њега се развије потребна (нова) технологија (TP), па се за ту технологију прави и (нова) машина алатка (MA). Пример: за тачну израду компликованих делова за ваздухопловну индустрију започета је технологија која алат према обратку треба да води помоћу рачунара, у неком координатном систему у којем је и та геометрија прецизно формулисана. За ту технологију направљене су прве нумерички управљане машине алатке. Та технологија и те машине и данас су актуелне. Опис очекиваних трендова развоја машина алатки показан је по моделу амебе технологија слика 1б). Осе морфолошког простора овде су: флексибилност, управљање, тачност, кинематика, намена, производност и генерације [1]. На бази слике 1, створена је подлога за дефинисање нове машине алатке или машине нове генерације. Овде су наведене две радне верзије:

Def. 1) Машина алатка нове генерације је машина алатка која се са великом вероватноћом може појавити на неком од праваца развоја показаним на слици 1б) по основу димензија морфолошког простора (F,U,T,K,N,P,G) и/или по основу праваца развоја (M,P,T,K) слика 1с), или по неким другим.

Def. 2) Машина алатка нове генерације је машина алатка која је направљена и показана бар у једном примерку за који се може установити по којој је димензији морфолошког простора, или по ком правцу развоја са слике 1, или по неком другом она иновираниа [1].

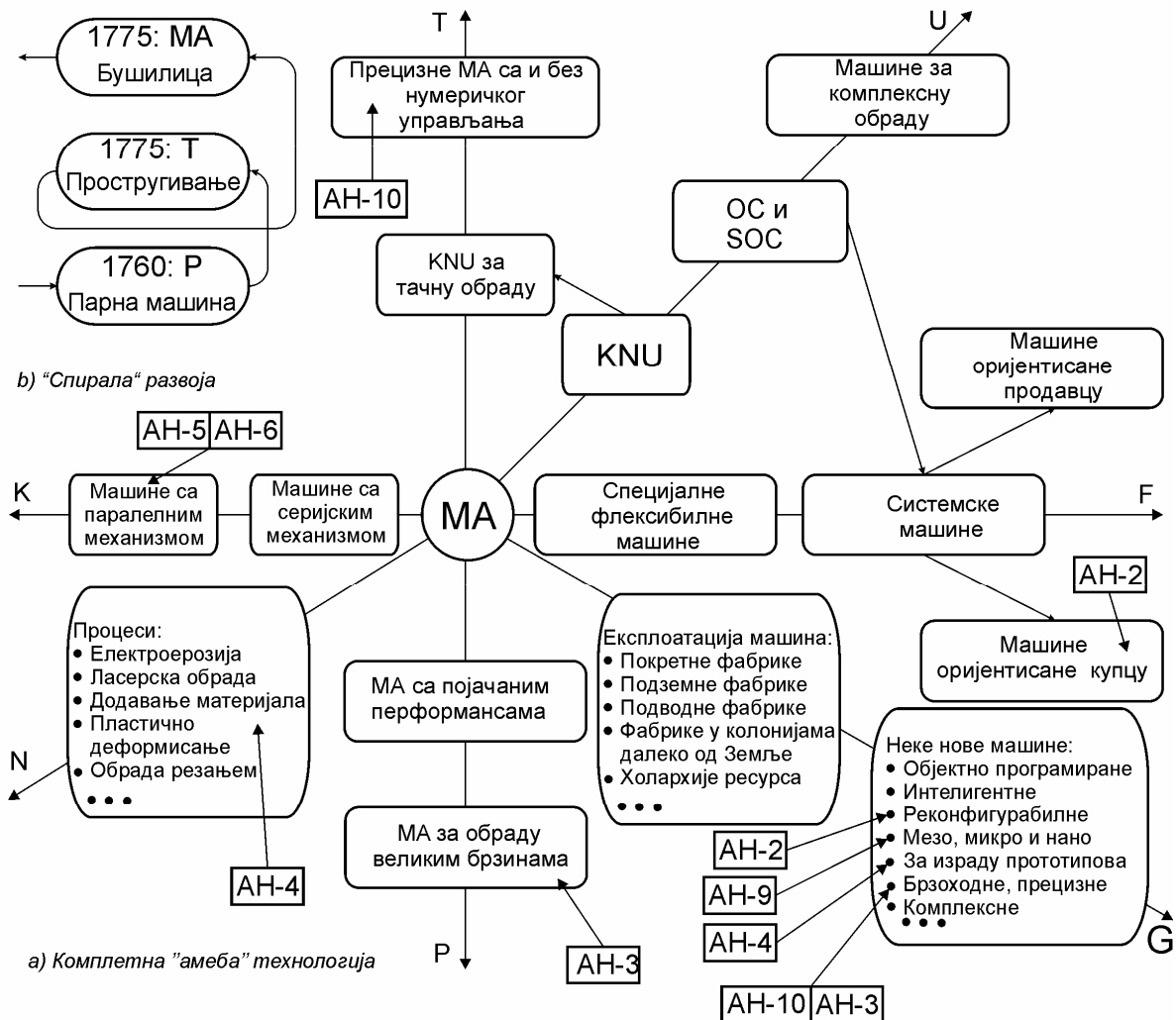
Појам конфигурисања је данас чест посебно у свету рачунарске технике, па тако на пример, конфигурисање рачунара, мреже, сервера, протокола, корисничких налога и др. Конфигурисање рачунара подразумева да се на бази расположивих компонената добије жељена РС конфигурација. Данас је конципирање, пројектовање и конструисање машина алатки незамисливо без рачунара, па је појам конфигурисања упливао и у ову област. Предлог дефиниције: Конфигурисање нове машине алатке је процес функционалног комплетирања на бази концепције машине алатке, помоћу стандардних и специјалних (израчунатих и направљених) компонената, кинематике и управљања отворене архитектуре. За овакве нове машине алатке увек су корисне неке од нових уопштених методологија за њихово конфигурисање.

¹⁾ мр Саша Живановић, асистент (szivanovic@mas.bg.ac.yu), проф др Милош Главоњић, редовни професор (mglavonjic@mas.bg.ac.yu), Машински факултет, Београд

²⁾ Рађено у оквиру пројекта Развој технологија вишеосне обраде сложених алата за потребе домаће индустрије (евиденциони број 14034).



с) Примеры ожидаемых направлений развития станков



а) Полная "амеба" технология

Легенда: PR (новый) производство, MA: (новая) станок, TP: технология для (нового) производства, F: гибкость, U: управление, T: точность, K: кинематика, N: назначение, или процессы для которых станок предназначен, P: производительность, или скорость, G: поколения станков, KNU: компьютерное численное управление, OC: обрабатывающие центры, SOC: супер обрабатывающие центры

Слика 1. Ожидания развития станков [1]

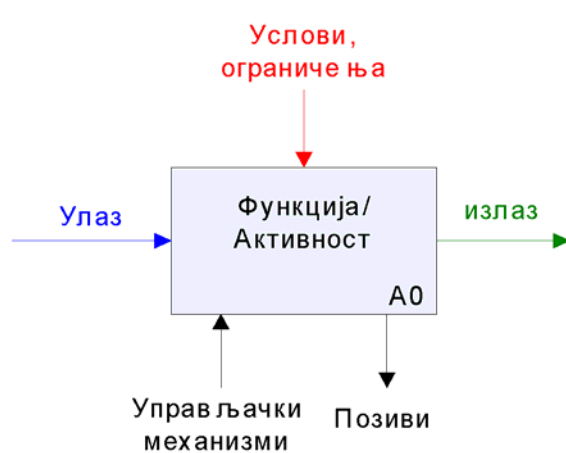
За описание процесса конфигурирования новых станков необходима методология, которая имеет достаточную общность, чтобы для проектировщика не было важно, о каком станке идет речь. Однако подход должен использовать компьютер как своеобразный процессор модели станка, в котором модели будут подвергнуты различным трансформациям, где в результате будет получен виртуальный (цифровой) прототип станка, который можно считать достаточно надежным, чтобы сразу приступить к производству.

2. IDEF0 МЕТОДОЛОГИЈА ФУНКЦИОНАЛНОГ МОДЕЛИРАЊА

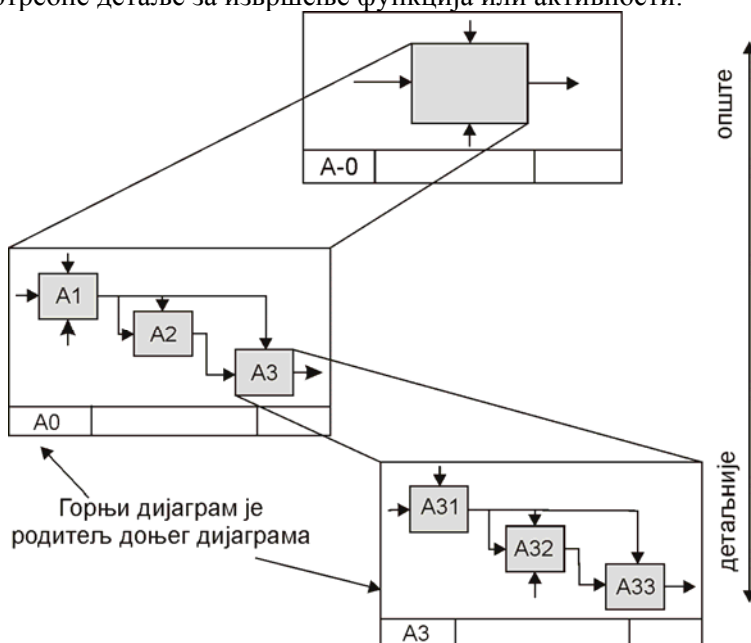
У раду се за потребе функционалног моделирања нових машина алатки користи IDEF (*Integration Definition For Function Modeling*) методологија, која је развијена седамдесетих година прошлог века, у оквиру развојног програма америчких ваздухопловних снага за компјутерски интегрисану производњу (*Integrated Computer Aided Manufacturing - ICAM*). Ова методологија се стално развија и до данас се може издвојити читав спектар ових метода моделирања система. У раду се користи IDEF0 методологија функционланог моделирања система [2,3,4,5].

IDEF0 методологија је изведена из SADT (*Structured Analysis and Design*) графичког језика за моделирање и користи се за дефинисање функционалног модела система [6]. Функционални модел представља структурну презентацију функција, активности или процеса моделираног система. Резултат примене IDEF0 методологије је модел који се састоји од хијерархијског скупа дијаграма са текстуалним описом.

Две соновне компоненте моделирања су функције и активности представљене правоугаоним блоковима и подаци и објекти представљени стрелицама које повезују дефинисане функције и активности. Општи облик једног функционалног блока са одговарајућим везама показан је на слици 2. Стрелица која у блок улази са леве стране представља улаз у систем. Одговарајућим трансформацијама улаза у функционалном блоку добијају се излази представљени стрелицама које из блока излазе са десне стране. Стрелице које у блок улазе са горње стране представљају ограничења или полазне услове који требају бити задовољени ради добијања коректних излаза. Стрелице повезане на доњу страну функционалног блока представљају механизме. Стрелице које са доње стране улазе у функционални блок су управљачки механизми, док стрелице које са доње стране излазе из блока представљају позиве другим блоковима који блоковима који их позивају обезбеђују потребне детаље за извршење функција или активности.



Слика 2. Општи облик функционалног блока са везама према IDEF0 методологији [2]



Слика 3. Декомпозициона структура IDEF0 дијаграма[3]

У хијерархији дијаграма дефинисаних IDEF0 методологијом на првом нивоу се налази такозвани контексни дијаграм у ознаци A-0. Овај дијаграм се састоји само од једног блока који представља моделирани систем са својом основном функцијом. Ова основна функција даље може бити разложена на подфункције (подсистеме) који креирају наредне дијаграме, A0, A1, ... Свака од ових подфункција, може бити даље декомпонована на своје подфункције, креирајући дијаграме нижег нивоа. Пример опште декомпозиционе структуре IDEF0 дијаграма показана је на слици 3.

3. КОНФИГУРИСАЊЕ НОВИХ МАШИНА АЛАТКИ ПРИМЕНОМ IDEF0 МЕТОДОЛОГИЈЕ

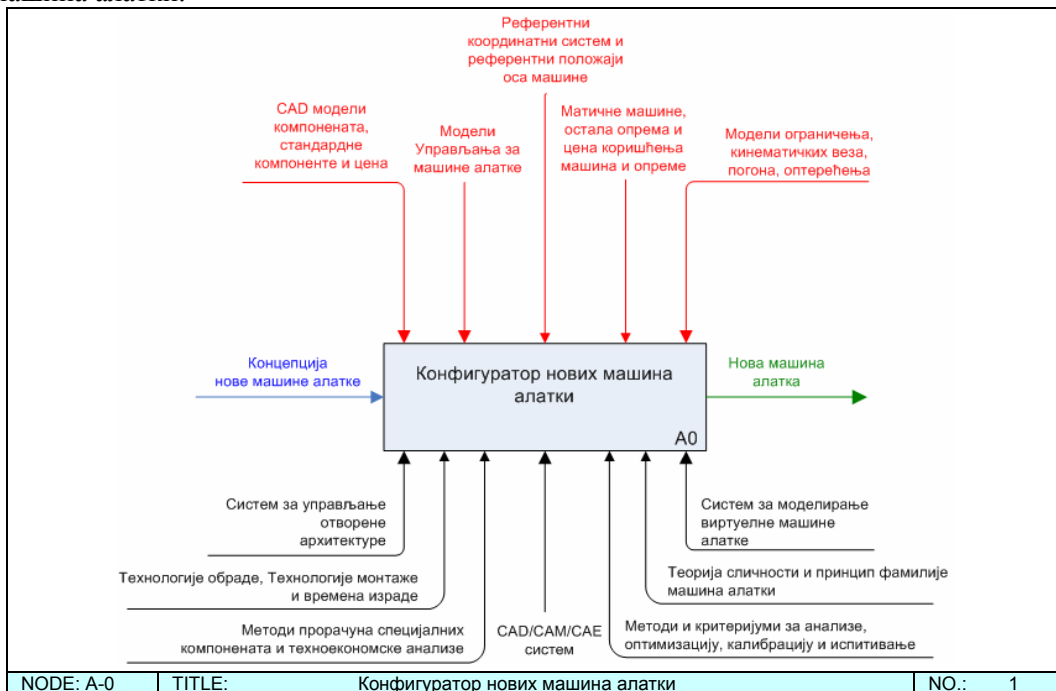
Функционални модел конфигурисања нових машина алатки представља структурну презентацију функција, активности или процеса моделиране нове машине алатке, посматрано у више различитих нивоа детаљисања. Резултат примене IDEF0 методологије на конфигурисање машина алатки је модел који се састоји од хијерархијског скупа дијаграма са текстуалним описом, који представља конфигуратор нових машина алатки, слика 4.

Конфигурисање нових машина алатки је комплексан задатак који укључује коришћење широког спектра различитих концепција машина алатки на улазу у општи функционални блок конфигуратора нових машина алатки. После трансформација које следе у функционалном блоку на излазу се добија нова машина алатка. Стрелице са горње стране су почетни услови и ограничења која се могу описати на следећи начин:

- CAD модели стандардних компонената са набавним ценама,
- модели управљања машинама алаткама,
- референтни координатни системи машина алатки (према стандарду) и положаји референтних положаја сваке осе машине,
- расположиве матичне машине и остала опрема којом се планира израда будуће нове машине алатке, са ценама њиховог коришћења,
- модели ограничења кинематичких веза, погона и оптерећења на машини алатки.

Управљачки механизми који врше одговарајуће трансформације у функционалним блоковима, улазе са доње стране и могу се описати на следећи начин:

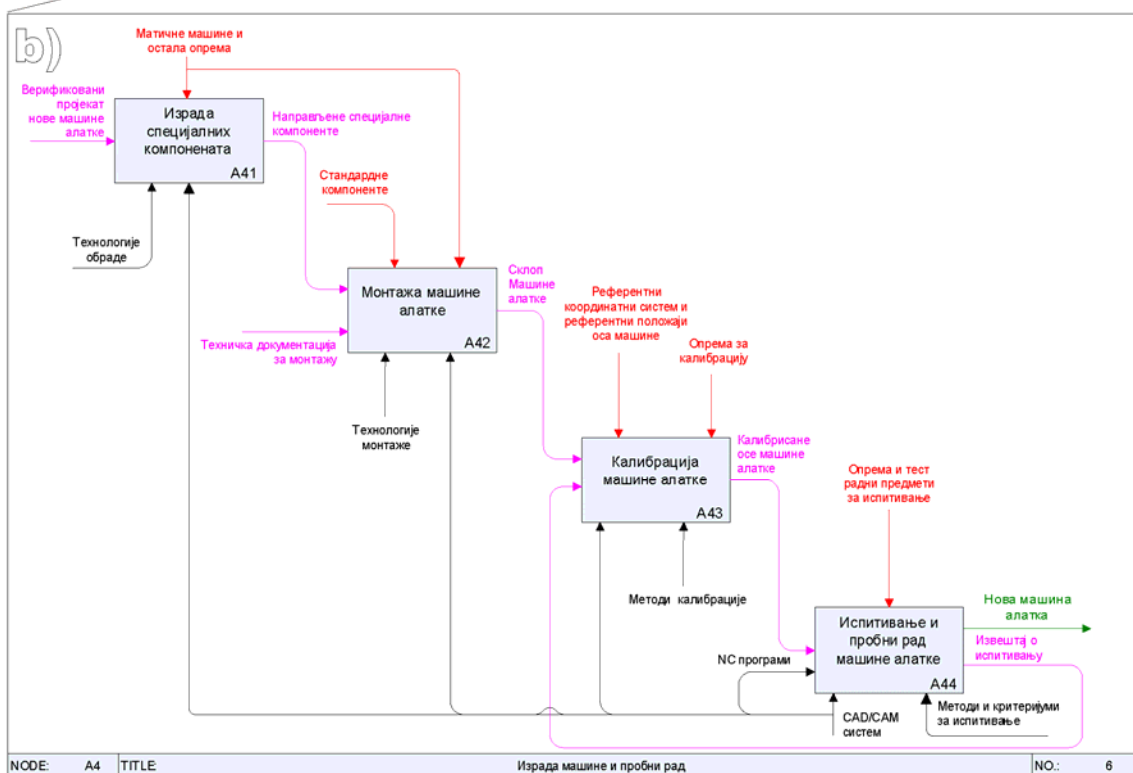
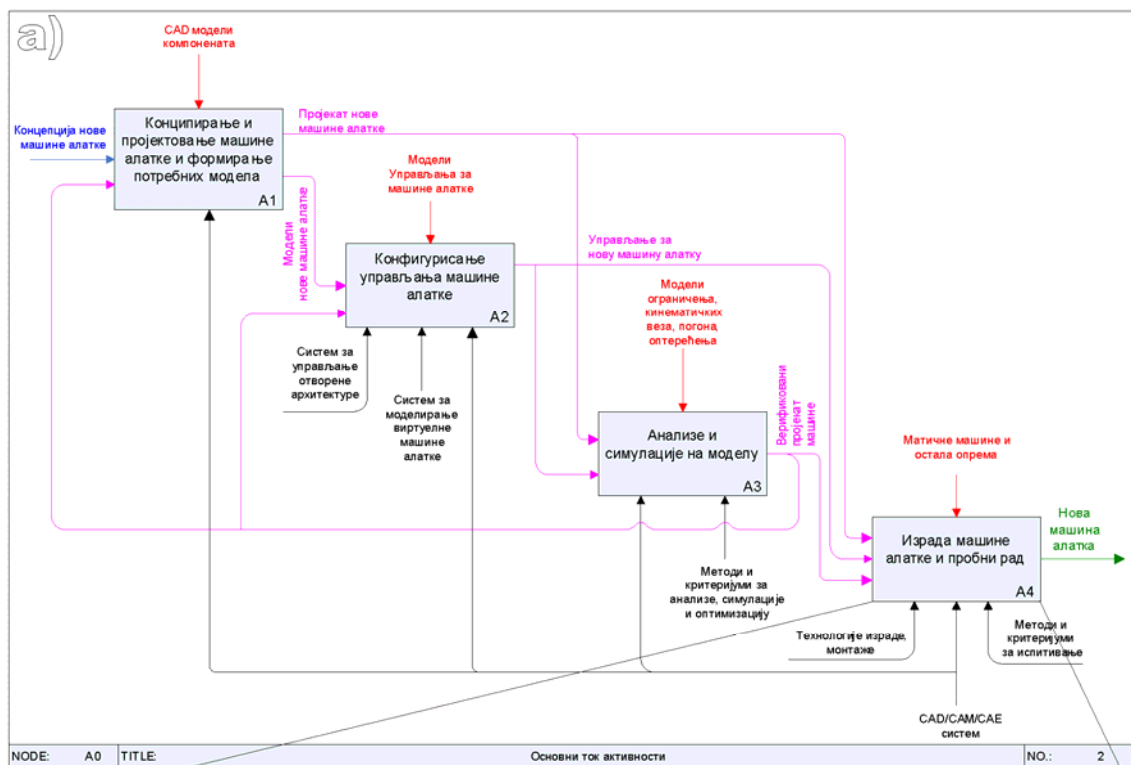
- CAD/CAM/CAE систем, као окружење за конципирање, пројектовање, конструисање, програмирање, симулације нове машине алатке.
- систем за управљање отворене архитектуре у реалном времену,
- методи прорачуна специјалних компонената,
- технологија обраде специјалних компонената и прорачуна времена израде и технологија монтаже комонената са потребним временом монтаже,
- техноекономска анализа,
- систем за моделирање виртуелне машине алатке,
- теорија сличности и принцип фамилије, за планирање производног програма као фамилије машина алатки,
- методи и критеријуми за спровођење анализа, оптимизације, калибрације и испитивања машина алатки.



Слика 4. Конфигуратор нових машина алатки применом IDEF0 методологије

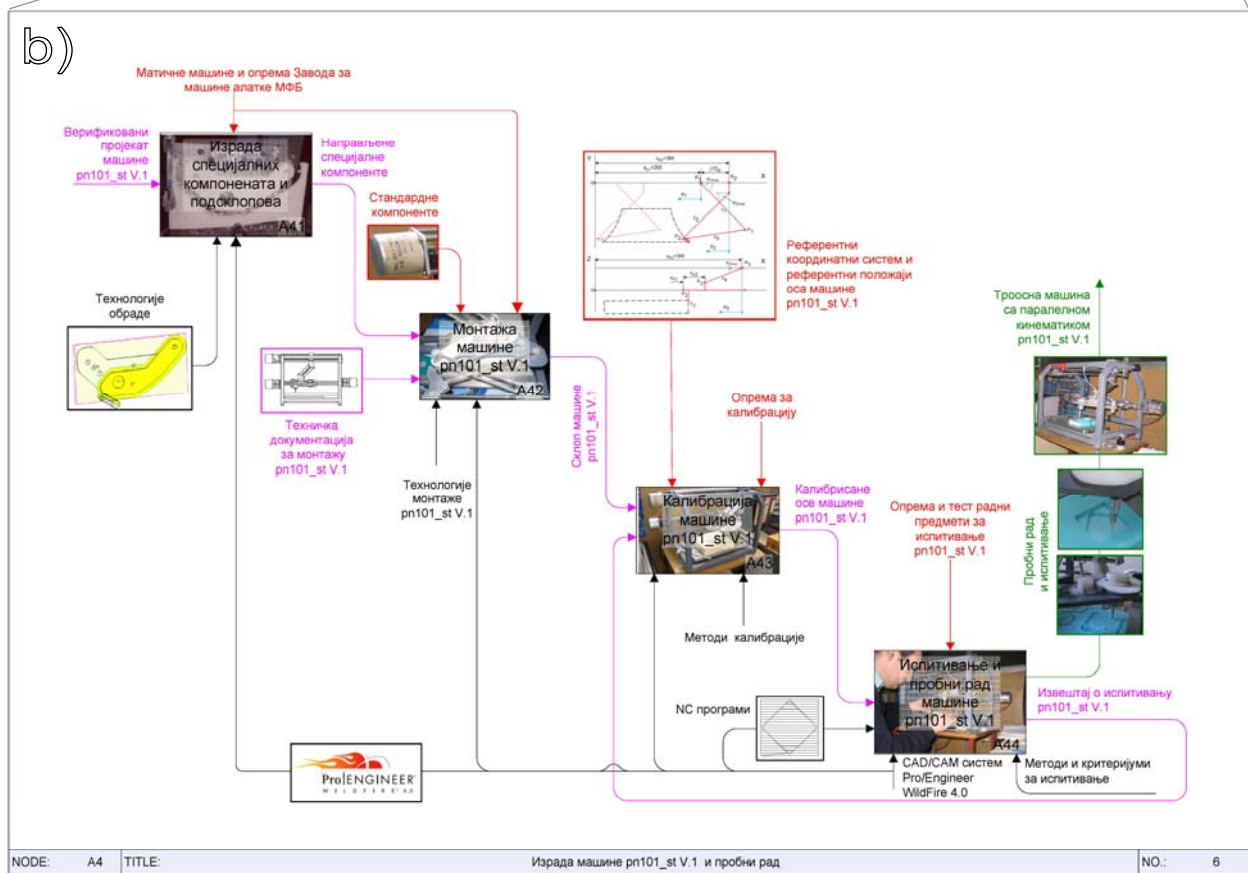
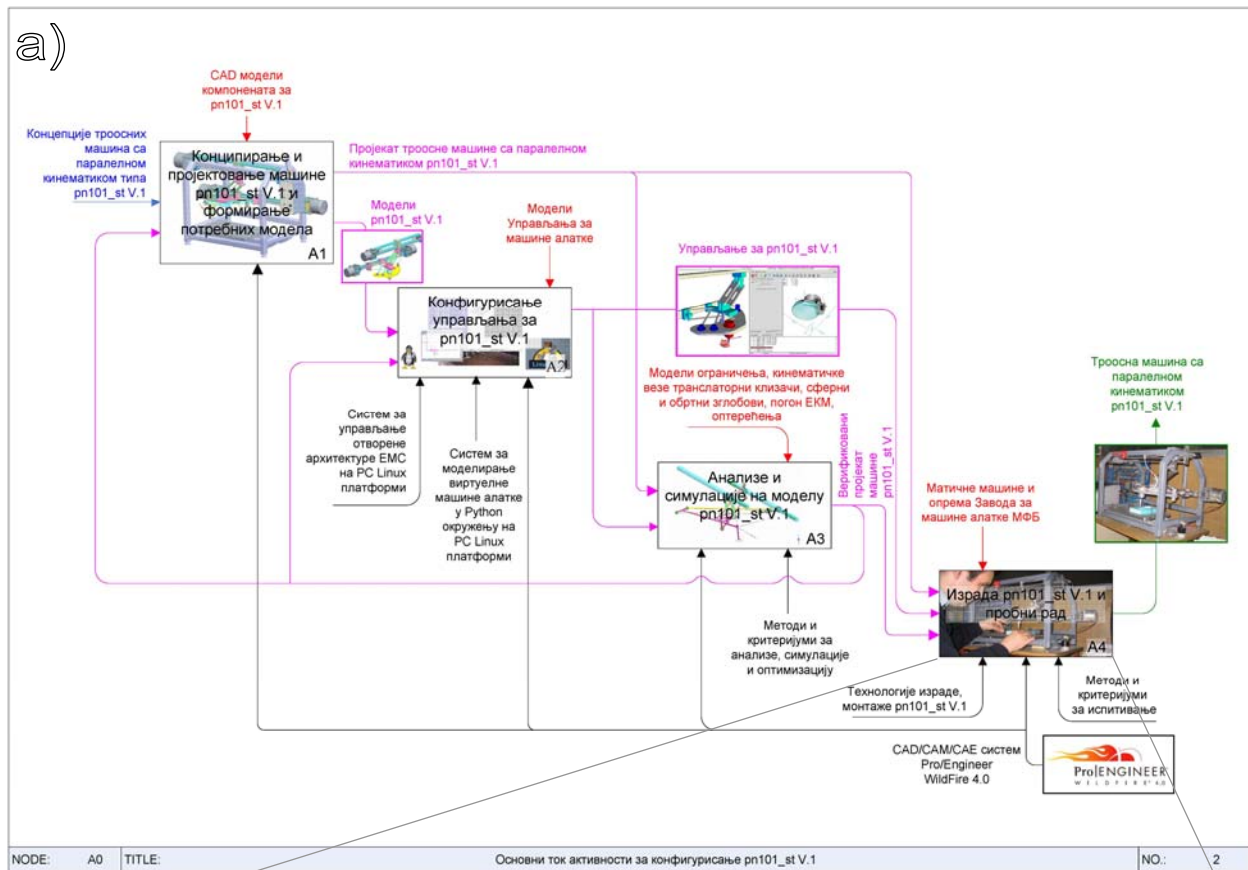
Детаљисањем дијаграма А-0 са слике 4, даје се основни ток активности за конфигурисање нових машина алатки на слици 5а). Блок А0 се може рашчланити на функционалне блокове: А1: Конципирање и пројектовање машине алатке и формирање потребних модела; А2: Конфигурисање

управљања машине алатке; A3: Анализе и симулације на моделу; A4: Израда машине алатке и пробни рад, слика 5b).



Слика 5. Приказ дијаграма A0 основни ток активности и A4 израда машине и пробни рад

Пример основног тока функционалног конфигурисања нових машина алатке показано је на примеру стоне троосне машине са паралелном кинематиком pn101_st V.1, слика 6a). Детаљисањем овог основног тока може се показати свака подфункција. Тако је на слици 6b) показан детаљније функционални блок A4-Израда машине pn101_st V.1 и пробни рад. Стона троосна машина са паралелном кинематиком (pn101_st V.1) [7,8,9] конфигурисана је и направљена применом разматране методологије.



Слика 6. Приказ дијаграма A0 и A4 на примеру машине pn101_st V.1

5. ЗАКЉУЧАК

У раду је показан функционални модел конфигурисања нових машина алатки као резултат примене IDEF0 дијаграма. У недостатку уопштених методологија за конфигурисање машина алатки, примена IDEF0 дијаграма се показала као врло успешна за описивање функција и активности током процеса конфигурисања. Ова методологија је примењена на више различитих објеката, као што су: стона троосна машина са паралелном кинематиком pn101_st V.1 (на нивоу физичког прототипа), и стона петоосна машина са паралелном кинематиком pn101_st 5D (на нивоу виртуелне машине алатке).

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Glavonjic, M., NMA1: Saga o mašinama alatkama i tehnološkim sistemima nove generacije, http://cent.mas.bg.ac.yu/nastava/ma_bsc/indexnma.htm, Mašinski fakultet, Beograd, 2009.
- [2] Announcing the Standard for INTEGRATION DEFINITION FOR FUNCTION MODELING (IDEF0), Draft Federal Information Processing Standards Publication 183, 21. December 1993.
- [3] Mayer, Richard J., et al., "IDEF Family of Methods for Concurrent Engineering and Business Reengineering Applications", Knowledge-Based Systems, Inc., 1992.
- [4] Soung-Hie Kim, Ki-Jin Jang, Designing performance analysis and IDEF0 for enterprise modelling in BPR, Int. J. Production Economics, Vol. 76, 2002, pp 121-133
- [5] Colquhoun, G.J, Baines, R.W, Crossley, Roger, A State of the Art Review of IDEF0, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 6, No. 4, 1993, pp. 252-264.
- [6] Mayer Richard, The IDEF Suite of Methods for System Development and Evolution, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, Air Force Human Resources Laboratory Logistics and Human Factors Division
- [7] Milutinovic, D., Glavonjic, M., Kvirgic, V., Zivanovic, S., A New 3-DOF Spatial Parallel Mechanism for Milling Machines with Long X Travel, pp. 345-348, Annals of the Vol54/1, CIRP 2005.
- [8] Milutinovic, D., Glavonjic, M., Zivanovic, S., Dimic, Z., Kvirgic, V., Mini educational 3-axis parallel kinematic milling machine, Proceedings of 3rd Interanational Conference on Manufacturing Engineering ICMEN and EUREKA Brokerage Event, pp.463-474, Kallithea of Chalkidiki, Greece, 1-3 october, 2008.
- [9] Glavonjić, M., Živanović, S., Milutinović, D., Dimić, Z., Edukaciona troosna mašina sa paralelnom kinematikom, 34. JUPITER konferencija, 30. simpozijum NU-Roboti-FTS, Zbornik radova, ISBN 978-86-7083-628-0, str.3.27-3.34, Mašinski fakultet, Beograd, jun 2008.
- [10] Živanović, S. Konfigurisanje novih mašina alatki, doktorska disertacija u pripremi, Mašinski fakultet, Beograd, 2009.

S. Živanović, M. Glavonjić

THE METHODOLOGY OF FUNCTIONAL CONFIGURING OF NEW MACHINE TOOLS

Summary

Configuring of new machine tools is complex task which involves the use of huge spectra of conceptions, methods, models, calculations, technologies, simulations, techno-economy. This paper presents methodology of functional configuring of new machine tools with an example of application of this methodology of desktop three-axes machine with parallel kinematics pn101_st V.1.

Key words: configuring, new machine tool