



UNIVERZITET U BEOGRADU
MAŠINSKI FAKULTET

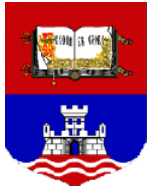


Miloš GLAVONJIĆ
Branko KOKOTOVIĆ
Saša ŽIVANOVIĆ

MAŠINE ALATKE Praktikum



Beograd, 2023.



Univerzitet u Beogradu
Mašinski fakultet



Miloš Glavonjić
Branko Kokotović
Saša Živanović

MAŠINE ALATKE Praktikum

Beograd, 2023.

Autori:

dr Miloš Glavonjić, redovni profesor u penziji
dr Branko Kokotović, docent
dr Saša Živanović, redovni profesor

MAŠINE ALATKE. PRAKTIKUM

1. izdanje

Rezenzenti:

dr Milan Zeljković, redovni profesor u penziji
dr Radovan Puzović, redovni profesor

Izdavač:

Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu
11120 Beograd, Kraljice Marije 16,

Za izdavača: Dekan, prof. dr Vladimir Popović

Glavni i odgovorni urednik: prof. dr Milan Lečić

Odobreno za štampu odlukom Dekana Mašinskog fakulteta u Beogradu br. 11/2023 od 17.07. 2023. godine

Štampa:

Planeta print, Beograd

Tiraž: 100 primeraka

ISBN-978-86-6060-163-8

© Autori i Univerzitet u Beogradu Mašinski fakultet.
Zabranjeno preštampavanje i umnožavanje.
Sva prava zadržavaju izdavač i autori.

Prvo je opisana *forma Praktikum*a, a onda je obrazložena i njegova *osnovna namena*.

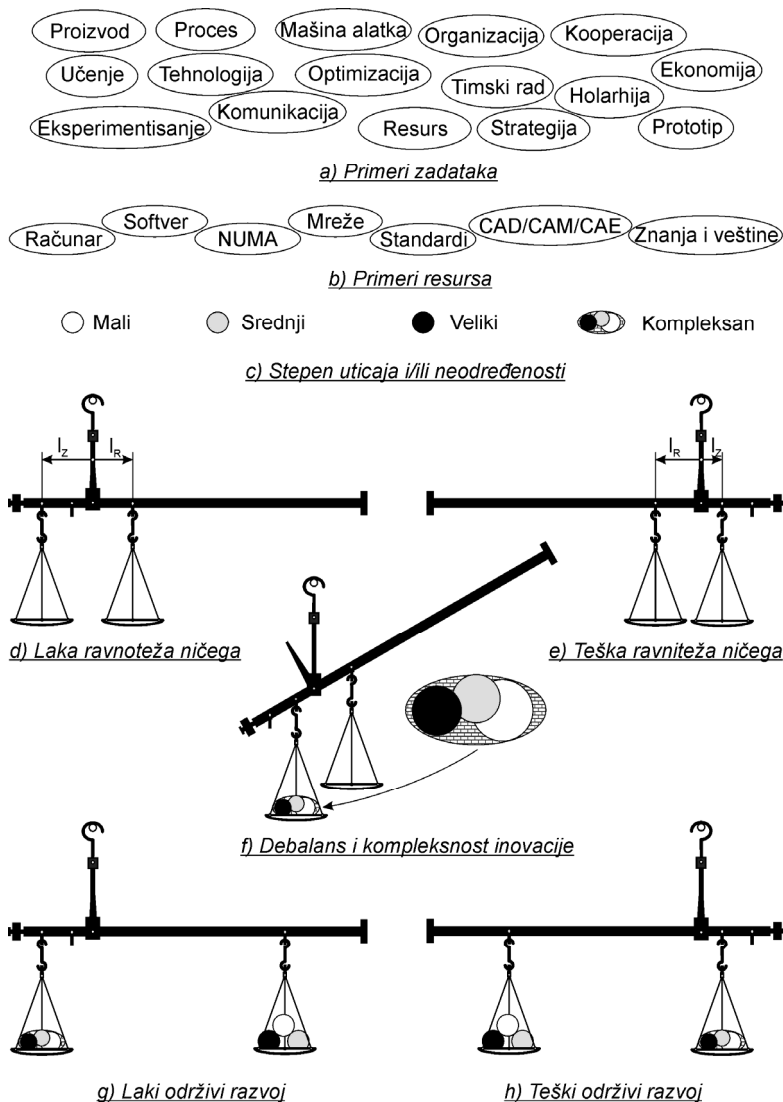
Forma Praktikuma. Na početku su Opis Laboratorije za mašine alatke na Mašinskom fakultetu Univerziteta u Beogradu i Uvod u laboratorijske vežbe iz Mašina alatki. Iza toga su uputstva za izvođenje sedamnaest laboratorijskih vežbi, na grupi predmeta Mašine alatke na osnovnim i master akademskim studijama, po planu nastave na Katedri za proizvodno mašinstvo Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Forma tih uputstava je uniformna: (i) Zadatak, (ii) Vodič, (iii) Uputstvo za rad i (iv) Dodatak, sa primerom kompletnog Izveštaja sa obavljene laboratorijske vežbe. Obrasci za ove izveštaje stoje na sajtu predmeta za koji je vežba planirana. Za svaku aktiviranu vežbu pokreće se uobičajena procedura sa sledećim koracima K: (K1) Priprema za vežbu, kao auditorna vežba za sve polaznike kursa, (K2) Samostalna priprema polaznika za vežbu, po dobijenom zadatku i posle auditorne vežbe, (K3) Samostalni rad u Laboratoriji za Mašine alatke u maloj grupi, po posebnom rasporedu, dobijenom pojedinačnom zadatku i uz nadzor i pomoć instruktora i (K4) Kompletiranje Izveštaja sa upravo obavljene vežbe i to na kraju same vežbe. Oznaka vežbe ima sledeću strukturu: LVrb_P, gde je LV (Laboratorijska Vežba) fiksni deo oznake, rb (redni broj) je redni broj vežbe, P je oznaka predmeta za koji je vežba planirana (B za Mašine alatke na Osnovnim akademskim studijama-OAS, i M za Mašine alatke M na Master akademskim studijama-MAS). Ovi predmeti, kao i Završni predmet Mašine alatke na OAS i Mašine alatke i roboti nove generacije na MAS, činili su grupu predmeta Mašine alatke na Katedri za proizvodno mašinstvo u vreme završavanja Praktikum, 2023. godine. Na primer, sa LV3_B je označena vežba sa rednim brojem 3 i nazivom *Statističko ispitivanje radne tačnosti numerički upravljanog struga*, planirana za predmet Mašine alatke na OAS. U formi Praktikum je specifično sledeće:

- Spiskovi referenci su u poglavlju L_L Literatura na kraju Praktikum, uređenom po uvodnim poglavljima i pojedinačnim vežbama. Na primer, reference za ovaj Predgovor su na početku poglavlja L_L i numerisane su počev sa [P.1], reference za LV14_M numerisane su počev sa [14.1], jer je redni broj vežbe (rb) uniformno rastući i jedinstven za sve vežbe. Vežbe u ovom Praktikum su formirane tokom dugogodišnjeg izvođenja i usavršavanja nastave iz Mašina alatki na Katedri za proizvodno mašinstvo i pažljivog doziranja laboratorijskog rada. Zato su reference za svaku vežbu specifične, jer su birane prema koncepcijama vežbi, pa korišćene dok su vežbe uhodavane u Laboratoriji za Mašine alatke.
- Oznake slika su skraćene: slika broj 2 za vežbu LV14_M ima oznaku **Slv14.2** (S od Slika, **lv14** od Laboratorijska Vežba broj **14**, **2** od rednog broja **2** slike u uputstvu za tu vežbu, u poglavlju LV14_M). U tekstu se ova slika poziva sa **Slv14.2** (... pokazano je na **Slv14.2**, oznaka slike kao **bold**, bez dupliranja pojma slika, odnosno, ne ovako: ... pokazano je na slici **Slv14.2**, kao što bi bilo i kada se kaže PC računar). U naslovu slike stoji **Slv14.2 (bold italic) pa naslov (Merni ...)**, ispod slike i centrirano.
- Oznake tablica su takođe skraćene po šemi za oznaku slike: tablica broj 1 za vežbu LV14_M ima oznaku **Tlv14.1** (T od Tablica, **lv14** od Laboratorijska Vežba broj **14**, **1** od rednog broja **1** tablice u uputstvu za tu vežbu, u poglavlju LV14_M). Pravilo za pozivanje tablice je kao i za sliku. Naslov tablice je na njenom vrhu. Oznaka je takođe **bold**, ali ne i *italic*, sa levim ravnanjem (**Tlv14.1** Test kružne ...).
- Sva poglavlja su koncizna i namenjena su za postepeno raspakivanje: u toku pripreme za laboratorijsku vežbu (na auditornoj vežbi i samostalno posle te vežbe), u toku samostalnog rada na vežbi u Laboratoriji i kroz završno formiranje sopstvenog dokumenta o toj vežbi i sastavljanja Izveštaja na kraju vežbe.

U ovakvu formu je uklopljen ceo Praktikum. Procedura za svaku vežbu je nalik proceduri za prvu obavljenu vežbu, bez obzira da li se svaka nova vežba odnosi na ispitivanje mašine, rukovanje, neku identifikaciju, programiranje, ili neku drugu temu. Osnovni motivi su: postepeno uvođenje u vežbu i pokušaj da se na vežbi bar nešto uradi samostalno, o urađenom stekne neko iskustvo i o svemu sastavi Izveštaj.

Osnovna namena Praktikuma. U vreme kompletiranja Praktikum (2023. godine) Proizvodno mašinstvo je u visokom školstvu u Srbiji napunilo oko 130 godina [P.1]. U vremenu posle Drugog svetskog rata tradiciju su gradili profesori Stanković [P.2,P.3,P.4,P.5] i Milačić [P.6,P.7], u okruženju druge industrijske revolucije, na bazi osnovnih resursa računar i numeričko upravljanje i sa neprekidnim uzajamnim praćenjem novih proizvoda, tehnologija za njih i mašina alatki za te tehnologije. U tom praćenju se stvaraju neki debalansi, koje treba ponovo uravnotežiti nekim radom, pa stvoriti uslove za neki novi debalans, time i napredak, kako se vreme ne bi trošilo uzalud, što je ilustrovano na **Sp.1**. Nekim zadatkom sa skice **a**) pokreće se plan razvoja (u kojem se obično realizuje neka inovacija) i računa se na neki od resursa sa skice **b**), uzdajući se u ispravnost procene kompleksnosti inovacije i stepena efektivnosti planiranih resursa, odnosno, valjanosti raspoloživog znanja o otvorenoj temi. Ceo model na **Sp.1** nije predmet ovog Praktikum, nego povod za zaključak da se znanje o mašinama alatkama i mašinskoj obradi mora sticati u ispitivanju, programiranju i korišćenju mašina alatki i u identifikaciji tipičnih procesa obrade. Izvesnu određenost u modelu na **Sp.1** unosi

fiksiranje kraka l_z zadatka, pa se tako može lakše podesiti krak l_R resursa, da bi se uspostavio novi balans sa inovacijom.



Komentar:

U ovom modelu se zadacima postavlja plan za neko napredovanje, neki razvoj. Računa se sa nekim resursima, koji svakako moraju biti dobro proučeni i koji se mogu umešno koristiti. U ovom modelu znanja o nečemu, ili za nešto, uticaji nečega na nešto i druge mere poznavanja pokrenutog razvoja mogu biti u gradacijama: mali, srednji, veliki i kompleksan, već prema tome sa kojim se uspehom može oceniti na osnovu raspoloživih znanja i iskustava. Sama procedura održivog razvoja je komplikovanija nego što je ovde prikazana i nije tema ove ilustracije. Povod je drugačiji: kažu da se u dolaženju do novog proizvoda sa efektom 100:1 koristi projekat proizvoda, sa 10:1 projekat tehnologije, a samo sa 1:1 mašinska obrada, time i mašina alatka. Prema tome, lošim projektom proizvoda prave se najveći problemi, ali će proizvod ipak biti napravljen ako mašine alatke obave svoju misiju, mašinsku obradu. Zbog toga o mašinama alatkama treba imati znanja, veštine i iskustva u svim detaljima, zanatskim i inženjerskim, klasičnim i modernim itd.

Osnovu modela čini kantar. Pomoću njega su se oduvek uravnotežavali različiti interesi: onog koji meri i onog kojem se meri. Oni su ovde ipak imenovani kao subjekti, svaki za svoju misiju, a ne da je jedan objekat u toku uravnotežavanja interesa. Kantar ima laku stranu, kojom se mere manje mase, kao na skicama **d**) i **g**) i težu stranu, za veće mase, kao na skicama **e**), **f**) i **h**). Ravnoteža ničega je pripremno stanje: za podešavanje i pripremu sistema za uključivanje subjekata u rad, ali i dokolica, ignorisanje unapređivanja itd. U misiji mašina alatki tipičan slučaj je neka inovacija (novi proizvod), za koju je nađena tehnologija, pa je za njenu realizaciju potrebna mašina alatka. To je sledeće stanje, prikazano kao debalans stvoren takvom inovacijom i ilustrovan je na skici **f**). Debalans je kompleksan: tek treba da se uravnoteži, nije ranije postojao, obično se ne zna sve o njemu. Svakako ima uočene male, srednje i velike zahteve, ali i neku skrivenu strukturu, ilustrovanu jednostavnim slogom cigli. Završno stanje je rešen postavljenu zadatak sa skice **f**), kako je ilustrvano na skicama **g**) i **h**): nađeni su resursi za rešavanje, a prikazani su u grupama sa malim, srednjim i velikim uticajima. Ovakav razvoj se smatra održivim i baziran je na mašinama alatkama. Prikazan je u samo tri stanja, pa je prividno statičan. I mašina alatka može biti novi debalans, a mogu ga uravnotežiti samo druge mašine alatke itd.

Sp.1 Jedan model održivog razvoja pomoću mašina alatki

Za lakše formulisanje osnovne namene ovog Praktikum navešće se: (i) jedna definicija mašine alatke, (ii) elementi klasifikacije mašina alatki i obradnih sistema, (iii) karakteristična svojstva mašina alatki i (iv) osnovna struktura mašine alatke [P.8].

Jedna definicija mašine alatke. Mašina alatka je *mašina*, koja nema ručni pogon, već motorni i koja materijal obrađuje rezanjem, plastičnim deformisanjem, fizičko-hemijskim tretiranjem, ili nekom kombinacijom ovih postupaka [P.8]. Nadređeni pojam ovde je *mašina*: *Mašina* je kombinacija čvrstih tela, tako uređenih da se pomoću njih mogu iskoristiti prirodne sile za vršenje rada, uz *neka propisana kretanja* [P.9]. Na primer, koristi se električna, energija, koja se dovodi iz elektrana itd. Preko definicije mašine je u definiciju mašine alatke uvedeno (standardizovano) relativno kretanje alata u odnosu na obradak, kao *neka propisana kretanja*. To je kinematički podsistem mašine alatke, prvenstveno mašine za obradu rezanjem, ali i drugih mašina alatki.

Elementi klasifikacije mašina alatki i obradnih sistema. Za klasifikacije svake vrste potrebno je postaviti ilustrativne kriterijume, po kojima se mogu razvrstavati sve jedinice definisanog pojma. Primeri kriterijuma su:

- Procesi koji se na mašini mogu izvršiti. Kriterijum može biti i klasifikacija procesa po standardu DIN 8580 [P.10]. Procesu ima 6 glavnih grupa (livenje, oblikovanje, odvajanje, spajanje, oslojavanje i promena svojstava materijala). Svaka od glavnih grupa ima svoje grupe, a svaka od grupa svoje podgrupe. Može se postaviti pitanje pokrivenosti nekog savremenog procesa ovom klasifikacijom po DIN 8580, na primer izrada dodavanjem materijala (svojstvena brzom izradi prototipova). Jedan odgovor je: četvrta glavna grupa spajanje klasifikovana je po standardu 8593, deo 0, na devet grupa. Jedna grupa je 4.8 Lepljenje, po standardu DIN 8593, deo 8. U ove procese bi se mogla svrstati izrada prototipova dodavanjem lisnatog materijala pomoću lepljenja i iskranja tog sloja itd. Na osnovu ove klasifikacije procesa bio je napravljen i standard DIN 69651, u kojem je bila klasifikacija mašina alatki na osnovu procesa koji se na njima vrše. Taj standard je povučen. To je i znak da je još uvek teško ustaliti klasifikaciju mašina alatki.
- Namena mašine, opisana specifičnim delovima koji se na njoj mogu obraditi, uključujući i specijalne.
- Vrsta upravljanja, mogući metodi programiranja, broj osa, mogućnost merenja pomoću merne glave itd.

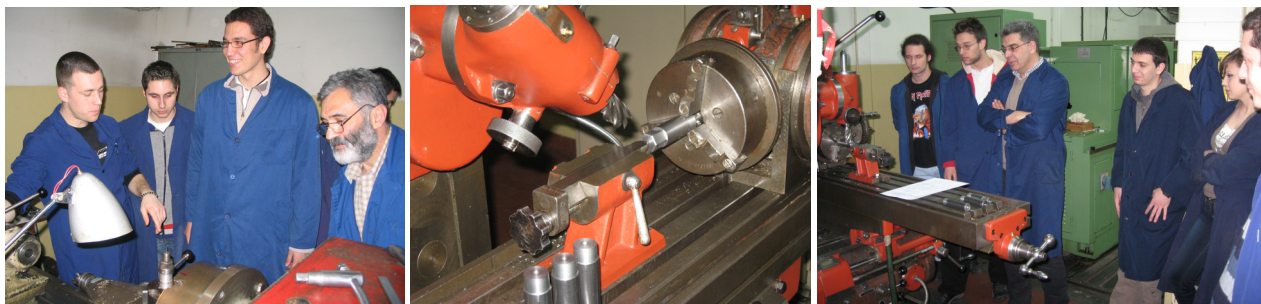
Karakteristična svojstva mašina alatki. Neka od svojstava mašina alatki su:

- Mogu da imaju potrebnu snagu, pa i svakako veću od oko 125 W, kolika je prosečna snaga čoveka.
- Pomoću njih se mogu napraviti razni geometrijski oblici, a time i delovi raznih mašina, jer se to može ostvariti upravljanjem relativnog kretanja alata u odnosu na obradak. To je istovremeno i glavni domet koncepcije mašine alatke sa numeričkim upravljanjem: takve mašine se programiraju pomoću alfanumeričkih podataka o geometriji i tehnologiji mašinskog (ili nekog drugog) dela, koji treba napraviti. Ti podaci se formatizuju kao program, čiji je format prilagođen koncepciji mašine, na kojoj treba da se izvrši. Zbog toga se kaže da se mašine alatke koriste za izradu svih mašina, pa i mašina alatki.
- Mašine alatke imaju neko upravljanje, pa se mogu podesiti za izradu raznovrsnih proizvoda putem pokretanja programa za svaki od tih proizvoda posebno. Još uvek je glavni format programa G kôd, po standardima RS 274D, odnosno ISO 6983.

Osnovna struktura mašine alatke. Uobičajeno je da se struktura mašine alatke posmatra kao sistem ova tri podsistema [P.11]:

- Noseća struktura. Nju obično čine: nepokretni član mehanizma mašine i njegovi obližnji glavni članovi, po nekoj od uobičajenih definicija mehanizma [P.9]: *Mehanizam* je sprega čvrstih tela, povezanih pokretnim vezama, radi formiranja zatvorenog kinematičkog lanca, sa jednim nepokretnim članom, za ostvarivanje neke transformacije kretanja.
- Pogoni, prenosnici i aktuatori, gde se pod pogonima posmatraju motori (obrotni, ili translatorni). Podrazumeva se da se na tim motorima upravlja i njihovom brzinom i njihovom pozicijom. Tako se ostvaruje i pravilnost programiranog relativnog kretanja alata u odnosu na obradak, ali i tačnost obrađenih geometrijskih oblika, koji se postepeno slažu u mašinske delove, a oni u sklopove i mašine.
- Upravljanje i programiranje, od čega je upravljanje svojstveno mašini, a programiranje može biti vršeno na mašini i/ili van nje. Programiranjem se opisuje geometrija gotovog dela i zadaju brzine relativnog kretanja alata u odnosu na obradak, dok on prati tu geometriju.

Na osnovu ovoga se može dati i opis osnovne namene Praktikum. Ako je mašina alatka jedina među mašinama, na kojoj mogu da se naprave delovi za mašine alatke i druge mašine, pribore i slično, ako može da ima dovoljnu snagu da tu mašinsku obradu podesi po kapacitetu i tačnosti, ako ima podsistem za upravljanje baziran na računaru i ako se može programirati za ove poslove pomoću raznih CAD/CAM sistema, onda je više nego jasno da je to resurs koji treba strpljivo proučavati, koji treba ispitivati na prazno i u radu, na kojem treba ispitivati i valjanost odvijanja raznih procesa obrade, koji treba znati umešno programirati, koji treba umeti pripremiti za rad i kojim treba znati rukovati, ako se planira bilo kakvo njegovo korišćenje. Krajnji cilj je da onaj efekat 1:1, sa **Sp.1**, bude ostvariv u svakom trenutku tačno, brzo i ekonomično, bez izuzetka. U doba školovanja Praktikum je za to namenjen, kako je i ilustrovano na **Sp.2**.



a) Primer rada u Laboratoriji za mašine alatke na jednoj laboratorijskoj vežbi

	Univerzitet u Beogradu Mašinski fakultet. MAŠINE ALATKE Laboratorijske vežbe	RADNI LIST ZA STRUG	Obrazac: MA.LV1.01	
			Rb. 147/89	List 1/1
...				
PLAN ALATA				
RB	Alat	Standard	Smer M3/4	Držači alata
1	Nož za poprečnu grubu obradu	SRPS K.C.1.016:1968	M3	D1: Brzoizmenljivi držač noža
2	Nož za spolj. uzdužnu obradu	ISO 5608-1989	M3	D2: Držač pločice CTGP Brzoizmenljivi držač noža



c) Primer rezultata rada na jednoj laboratorijskoj vežbi

b) Deo Izveštaja sa jedne laboratorijske vežbe

	КАТЕДРА ЗА ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО	
	Предмет: МАШИНЕ АЛАТКЕ	
ИЗВЕШТАЈИ СА ЛАБОРАТОРИЈСКИХ ВЕЖБИ		
<p>Поени за лабораторијске вежбе:</p> <p>Сваки комплетан извештај вреди по 2.5 поена, а одбрана сваког извештаја по 1.5 поен.</p>		
<p>Напомена: Датум одржавања сваке лабораторијске вежбе понавља се већ на почетку курса. Вежбе се изводе у Лабораторији за машинске алатке и не могу се понављати. Вежбе ће бити одложене само у случају појаве више силе. У Лабораторији студенти раде самостално па је потребно да се за то припреме бар на ПЛ-1, ПЛ-2, ПЛ-5, ПЛ-7!</p>		
ПЛ-3	Име и презиме:	
ПЛ-4	Број индекса:	
ПЛ-6	Група:	
ПЛ-8	Наставници:	Проф. др Саша Живановић Доц. др Бранко Кокотовић
Укупан број поена за лабораторијске вежбе:	Асистент:	Никола Воркапић
	Оверио:	

Школска година: 2022/2023.

d) Naslovna strana Elaborata sa izveštajima sa laboratorijskih vežbi

	КАТЕДРА ЗА ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО	
	Предмет: МАШИНЕ АЛАТКЕ	
ЕЛАБОРАТ		
Укупан број поена на тестовима:		
Укупан број поена на колонијумима:		
Укупан број поена за домаће задатке:		
Укупан број поена за семинарски рад:		
Укупан број поена на усменом испиту:		
Број поена за елаборат:	Име и презиме:	
	Број индекса:	
Број поена за презентацију елабората:	Група:	
	Наставници:	Проф. др Саша Живановић Доц. др Бранко Кокотовић
Укупан број поена за елаборат:	Асистент:	Никола Воркапић
	Оверио:	
ΣΣ УКУПАН БРОЈ ПОЕНА ЗА ПРЕДМЕТ:		
ΣΣ ЗАВРШНА ОЦЕНА:		

Школска година: 2022/2023.

e) Naslovna strana Elaborata za svu dokumentaciju formiranu za vreme trajanja jednog kursa

Sp.2 Primeri rada i rezultata rada uz korišćenje Praktikumа

Za vreme pohađanja nastave na jednom iz grupe predmeta Mašine alatke postepeno se formira Elaborat za predmet. Njegov deo je i Elaborat sa laboratorijskih vežbi. To sve studentu ostaje kao podsetnik na vreme kada je radio kako je programom tog predmeta bilo propisano i koliko je od svega toga želeo i da obavi.

U Beogradu, 2023. godine

Autori

SADRŽAJ	MAŠINE ALATKE. PRAKTIKUM	
L_MA	Laboratorija za mašine alatke	1
LV0_B	Uvod u laboratorijske vežbe iz Mašina alatki	7
LV1_B	Rukovanje i ručno upravljanje mašinama alatkama tipa MAS	19
LV2_B	Identifikacija glavnih faktora obrade lima fazonskim savijanjem	27
LV3_B	Statističko ispitivanje radne tačnosti numerički upravljanog struga	40
LV4_B	Ručno programiranje NUMA na primeru dvoosnog revolver struga	50
LV5_B	Ručno programiranje NUMA na primeru obradnog centra	70
LV6_B	Parametarsko programiranje numerički upravljanog struga Potisje PH42-CNC	88
LV7_B	Parametarsko programiranje obradnog centra LOLA HMC500	98
LV8_B	Stupnjeviti prenosnici za glavna obrtna kretanja	108
LV9_B	Stupnjeviti prenosnici za pomoćna kretanja	116
LV10_M	Statička krutost obradnog sistema	124
LV11_M	Ispitivanje tačnosti strugova	134
LV12_M	Radna tačnost numerički upravljanih glodalica	144
LV13_M	Test kružne interpolacije po standardu ISO 230-4:2005	152
LV14_M	Konfigurisanje i programiranje stone rekonfigurabilne mašine alatke MOMA otvorene arhitekture upravljanja	167
LV15_M	Programiranje funkcionalnog simulatora PaKiCUT troosnih mašina sa paralelnom kinematikom	204
LV16_M	Objektno programiranje numerički upravljanih mašina alatki	218
LV17_M	Primer eksperimentalne modalne analize za sistem sa dva stepena slobode	234
L_L	Literatura	249

L-L	Literatura	MAŠINE ALATKE. PRAKTIKUM
-----	------------	--------------------------

P_MA	Predgovor
------	-----------

- [P.1] Šolaja B.V. (1994) *Sto godina proizvodnog mašinstva u visokom školstvu Srbije. Sećanje na prva četiri profesora*, Posebno izdanje u okviru 25. Savetovanja proizvodnog mašinstva Jugoslavije, Mašinski fakultet, Beograd. ID=29647116.
- [P.2] Stanković P. (1948) *Mašine alatke i industrijska proizvodnja mašina I*, Naučna knjiga, Beograd.
- [P.3] Stanković P. (1950) *Mašine alatke i industrijska proizvodnja mašina II, Obrada metala bez rezanja*, Naučna knjiga, Beograd.
- [P.4] Stanković P. (1968) *Mašine alatke I knjiga, Konceptijska i eksploatacijska analiza mašina alatki za obradu rezanjem*, Građevinska knjiga, Beograd.
- [P.5] Stanković P. (1970) *Mašine alatke II knjiga, Konstrukcijski elementi mašina za obradu rezanjem*, Građevinska knjiga, Beograd.
- [P.6] Milačić R.V. (1980) *Mašine alatke I, Sistem analiza*, Mašinski fakultet, Beograd.
- [P.7] Milačić R.V. (1988) *Mašine alatke II, Statička krutost, dinamika, eksploatacija*, Mašinski fakultet, Beograd.
- [P.8] Glavonjić M. (2011) *Definicije, klasifikacije i osobine mašina alatki. Struktura mašine alatke. Resursi za predmet*. http://cent.mas.bg.ac.rs/nastava/ma_bsc/pdf/ha1bsc.pdf.
- [P.9] Shigley J. E, Uicker J. J. (1980) *Theory of Machines and Mechanisms*, International Student Edition, McGRAW-HILL International Book Company. ISBN 0-07-056884-7.
- [P.10] N.N. (2003-09) *DIN 8580:2003-09, Fertigungsverfahren - Begriffe, Einteilung*, Beuth Verlag, Berlin.
- [P.11] Koenigsberger F, Tlustý J, Eds. (1970) *Machine tool Structures*, Volume 1, Pergamon Press, Oxford.

L_MA	Laboratorija za mašine alatke
------	-------------------------------

- [L.1] Sajt za predmet Mašine alatke, dokumenti za pripremu i izvođenje laboratorijskih vežbi, http://cent.mas.bg.ac.rs/nastava/ma_bsc/lab.htm, 2022.
- [L.2] Sajt za predmet Mašine alatke M, dokumenti za pripremu i izvođenje laboratorijskih vežbi, http://cent.mas.bg.ac.rs/nastava/ma_bsc/lab_m.htm, 2022.
- [L.3] Najvažniji uslov za odvijanje svih planiranih vežbi jeste da se one obave **bezbedno!** To je posebno bitno za odvijanje radnih vežbi, na kojima studenti samostalno obavljaju planirani posao. Podrazumeva se da se to vrši po Zakonu o bezbednosti i zdravlju na radu, ("Sl. glasnik RS", br. 101/2005, 91/2015 i 113/2017 - dr. zakon). Ovaj Zakon je dostupan na sledećoj adresi: https://www.paragraf.rs/propisi_download/zakon_o_bezbednosti_i_zdravlju_na_radu.pdf

LV0_B	Uvod u laboratorijske vežbe
-------	-----------------------------

- [0.1] VDI-Fachbereich Produktionstechnik und Fertigungsverfahren. (1977-03) VDI-Richtlinie: VDI/DGQ 3441 Statistische Prüfung der Arbeits- und Positionsgenauigkeit von Werkzeugmaschinen; Grundlagen, VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik
- [0.2] Institut za standardizaciju Srbije (ISS). (11.02.1989.) SRPS M.G1.001:1989, Mašine alatke - Ispitivanje tačnosti - Strugovi normalne tačnosti - Najveći prečnik obrade do 800 mm, Službeni glasnik: 66/88. Veza sa međunarodnim standardom ISO 1708:1983 ISO/TC 39/SC 2. Datum povlačenja: 21.06.2012.
- [0.3] Institut za standardizaciju Srbije (ISS). (27.12.1991.) SRPS M.G0.100:1991, Mašina alatke - Uslovi ispitivanja geometrijske tačnosti mašina alatki bez opterećenja, Službeni glasnik: 71/91. Veza sa međunarodnim standardom ISO 230-1:1986 ISO/TC 39/SC 2. Datum povlačenja: 21.06.2012

- [0.4] Institut za standardizaciju Srbije (ISS). (27.12.1991.) SRPS M.G0.300:1991, Mašine alatke - Pribor za ispitivanje mašina alatki, Službeni glasnik: 71/91. Veza sa međunarodnim standardom ISO 230-1:1986 ISO/TC 39/SC 2. Datum povlačenja: 21.06.2012.
- [0.5] Institut za standardizaciju Srbije (ISS). (28.01.2013.) SRPS EN ISO 1101:2013, Geometrijske specifikacije proizvoda - Geometrijska tolerancija - Tolerancije oblika, orijentacije, položaja i obrtanja, Službeni glasnik: 11/13. Ovaj standard je identičan sa: EN ISO 1101:2005 CEN/TC 290.

LV1_B

Rukovanje i ručno upravljanje mašinama alatkama tipa MAS

- [1.1] Najvažniji uslov za odvijanje svih planiranih vežbi jeste da se one obave **bezbedno!** To je posebno bitno za odvijanje radnih vežbi, na kojima studenti samostalno obavljaju planirani posao. Podrazumeva se da se to vrši po Zakonu o bezbednosti i zdravlju na radu, ("Sl. glasnik RS", br. 101/2005, 91/2015 i 113/2017 - dr. zakon). Ovaj Zakon je dostupan na sledećoj adresi: https://www.paragraf.rs/propisi_download/zakon_o_bezbednosti_i_zdravlju_na_radu.pdf
- [1.2] Kalajdžić M. i drugi. (2012) Tehnologija obrade rezanjem, priručnik, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet. ISBN 978-86-7083-764-5.

LV2_B

Identifikacija glavnih faktora obrade lima fazonskim savijanjem

- [2.1] Stanković P. (1975) *Mašine alatke i industrijska proizvodnja mašina II, Obrada metala bez rezanja*, Naučna knjiga, Beograd.
- [2.2] Jovičić M., Dimitrijević-Marković, Lj. (1980) *Priručnik za konstruisanje alata za obradu deformacijom I*, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet.
- [2.3] Chang S.H., Shin J.M., Heo Y.M., Seo D.G. (2002) Spring back characteristics of the tailor-welded strips in U-bending, *Journal of Materials Processing Technology*, 130–131, 14–19.
- [2.4] Phanitwong W., Boochakul U., Thipprakmas S. (2017) Design of U-Geometry Parameters Using Statistical Analysis Techniques in the U-Bending Process, *Metals*, 7(235), 1- 19.

LV3_B

Statističko ispitivanje radne tačnosti numerički upravljano g struga

- [3.1] VDI-Fachbereich Produktionstechnik und Fertigungsverfahren. (1977-03) VDI-Richtlinie: VDI/DGQ 3441 Statistische Prüfung der Arbeits- und Positionsgenauigkeit von Werkzeugmaschinen; Grundlagen, VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik.
- [3.2] VDI-Fachbereich Produktionstechnik und Fertigungsverfahren. (1977-03) VDI-Richtlinie: VDI/DGQ 3442 Statistische Prüfung der Arbeitsgenauigkeit von Drehmaschinen; Grundlagen, VDI-Gesellschaft Produktion und Logistik.
- [3.3] Institut za standardizaciju Srbije (ISS). (18.03.2006.) SRPS ISO/IEC 17025:2006. Opšti zahtevi za kompetentnost laboratorija za ispitivanje i laboratorija za etaloniranje, Službeni glasnik: 16/06. Ovaj standard je identičan sa: EN ISO/IEC 17025:2005 CEN/CLC/TC 1.
- [3.4] Institut za standardizaciju Srbije (ISS). (27.12.1991.) SRPS M.G0.100:1991, Mašina alatke - Uslovi ispitivanja geometrijske tačnosti mašina alatki bez opterećenja, Službeni glasnik: 71/91. Veza sa međunarodnim standardom ISO 230-1:1986 ISO/TC 39/SC 2. Datum povlačenja: 21.06.2012.
- [3.5] Institut za standardizaciju Srbije (ISS). (27.12.1991.) SRPS M.G0.300:1991, Mašine alatke - Pribor za ispitivanje mašina alatki, Službeni glasnik: 71/91. Veza sa međunarodnim standardom ISO 230-1:1986 ISO/TC 39/SC 2. Datum povlačenja: 21.06.2012.

LV4_B**Ručno programiranje numerički upravljano struga**

- [4.1] Kokotović B., Glavonjić M. (2017) *Ručno programiranje mašina alatki. Prvi deo: LV_4_1 Ručno programiranje numerički upravljano struga POTISJE PH 42-CNC*, Univerzitet u Beogradu Mašinski fakultet, http://cent.mas.bg.ac.rs/nastava/ma_bsc/pdf/lv_4_1.pdf
- [4.2] Zeljković M., Tabaković S., Antić A. (2013) *Programiranje numerički upravljanih obradnih sistema*, Edicija Tehničke nauke- Udžbenici, Broj 405, Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu.
- [4.3] SINUMERIK 810T/820T, GA3, Programming Guide, Siemens AG 1990.
- [4.4] SIEMENS, SINUMERIK SINUMERIK 808D ADVANCED Programming and Operating Manual (Turning) User Manual, 2012.

LV5_B**Ručno programiranje obradnog centra LOLA HMC500**

- [5.1] Glavonjić M. (2011) *Upravljanje i programiranje mašina alatki*, predavanja, Univerzitet u Beogradu Mašinski fakultet.
- [5.2] Kokotović B., Glavonjić M. (2017) *Ručno programiranje mašina alatki, Uputstvo za rad na obradnom centru LOLA HMC500/40*, Univerzitet u Beogradu Mašinski fakultet, http://cent.mas.bg.ac.rs/nastava/ma_bsc/pdf/lv_4_2hmc500.pdf.
- [5.3] Bojanić P., Puzović R. (2002) *Proizvodni sistemi APT jezik*, Univerzitet u Beogradu Mašinski fakultet.
- [5.4] ISO 6983-1:2009 Automation systems and integration — Numerical control of machines — Program format and definitions of address words — Part 1: Data format for positioning, line motion and contouring control systems
- [5.5] OM-Model C, 00M-Model C, Operation Manual No. GFZ-61404F./02, GE Fanuc Automation North America Inc. 1989.

LV6_B**Parametarsko programiranje numerički upravljano struga Potisje PH42-CNC**

- [6.1] N. N, SINUMERIK 810T, Grundausführung 1, Programmieranleitung, Anwender-Dokumentation A7.87, SIEMENS AG, Bestell-Nr.: E80850-D19-X-A1, Nürnberg, 1987.
- [6.2] N. N, SINUMERIK 810, Training Automatisierung, Kursunterlage 81P Programmieren und Bedienen, SIEMENS Trainingscenter Steuerungs- und Antriebssysteme, Nürnberg-Moorenbrunn, 1987.
- [6.3] Famous Curves Index, <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Curves/Curves.html>.
- [6.4] N. N, 0M-Model C, 00M-Model C, Operational Manual, GFZ-61404E/02, GE Fanuc Automation North America, 1989.
- [6.5] Lynch M, Parametric Programming for Computer Numerical Control Machine Tools and Touch Probes, SME, Dearborn, Michigan, 1997, ISBN 0-87263-481-7.
- [6.6] Compton, R. T., Fourteen Steps to a Clearly Written Technical Paper, tekst dostupan na adresi <http://www.philadelphia.edu.jo/pdf/r1.pdf>.
- [6.7] A. Tibbetts, Ten Rules for Writing Readably, tekst dostupan na adresi <http://public.lanl.gov/kmh/pc-25-10-tibbetts.pdf>.

LV7_B**Parametarsko programiranje obradnog centra LOLA HMC500**

- [7.1] N. N. (1989) 0M-Model C, 00M-Model C, Operational Manual, GFZ-61404E/02, GE Fanuc Automation North America.
- [7.2] N. N. (1987) SINUMERIK 810, Training Automatisierung, Kursunterlage 81P Programmieren ind Bedienen, SIEMENS Trainingscenter Steuerungs- und Antriebssysteme, Nürnberg-Moorenbrunn.

- [7.3] Lynch M. (1997) *Parametric Programming for Computer Numerical Control Machine Tools and Touch Probes*, SME, Dearborn, Michigan. ISBN 0-87263-481-7.
- [7.4] Compton R.T. (2010) *Fourteen Steps to a Clearly Written Technical Paper*, tekst je dostupan na adresi <http://www.philadelphia.edu.jo/pdf/r1.pdf>.
- [7.5] Tibbetts A. (2010) *Ten Rules for Writing Readably*, tekst je dostupan direktno na adresi <http://public.lanl.gov/kmh/pc-25-10-tibbetts.pdf>.

LV8_B

Stupnjeviti prenosnici za glavna obrtna kretanja

- [8.1] Stanković P. (1970) *Mašine alatke II knjiga, Konstrukcijski elementi mašina za obradu rezanjem*, Građevinska knjiga, Beograd.
- [8.2] Koenigsberger F. (1964) *Design Principles of Metal-cutting Machine Tools*, Pergamon Press, Oxford.
- [8.3] Zeljković M., Borojev Lj. (2012) *Projektovanje mašina alatki*, Autorizovani rukopis predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.

LV9_B

Stupnjeviti prenosnici za pomoćna kretanja

- [9.1] Stanković P. (1970) *Mašine alatke II knjiga, Konstrukcijski elementi mašina za obradu rezanjem*, Građevinska knjiga, Beograd.
- [9.2] Ачеркан Н. С. и други. (1965) *Металлорежущие станки, Том 1*, Машиностроение, Москва, и Н.Н. (1969) *Универсальный токарно-винторезный станок 1К62, Каталог запасных частей*, Станкоимпорт, Москва.
- [9.3] Chernov N. (1989) *Machine Tools*, MIR Publishers, Moscow. ISBN 5-03-000744-X. Korišćeni su podaci za strug 16K20.

LV10_M

Statička krutost obradnog sistema

- [10.1] Milačić, V.R., Kalajdžić M., Uzunović R. Albijanić R. (1971) *Ispitivanje alatnih mašina, Univerzalni strugovi*, Preporuke IAMA, Institut za alatne mašine i alate, Beograd.
- [10.2] Milačić R.V. (1988) *Mašine alatke II, Statička krutost, dinamika, eksploatacija*, Mašinski fakultet, Beograd.

LV11_M

Ispitivanje tačnosti strugova

- [11.1] Institut za standardizaciju Srbije (ISS). (11.02.1989.) SRPS M.G1.001:1989, Mašine alatke - Ispitivanje tačnosti - Strugovi normalne tačnosti - Najveći prečnik obrade do 800 mm, Službeni glasnik: 66/88. Veza sa međunarodnim standardom ISO 1708:1983 ISO/TC 39/SC 2. Datum povlačenja: 21.06.2012.
- [11.2] Institut za standardizaciju Srbije (ISS). (27.12.1991.) SRPS M.G0.100:1991, Mašina alatke - Uslovi ispitivanja geometrijske tačnosti mašina alatki bez opterećenja, Službeni glasnik: 71/91. Veza sa međunarodnim standardom ISO 230-1:1986 ISO/TC 39/SC 2. Datum povlačenja: 21.06.2012.
- [11.3] Institut za standardizaciju Srbije (ISS). (27.12.1991.) SRPS M.G0.101:1991, Mašine alatke - Uslovi ispitivanja tačnosti - Utvrđivanje tačnosti i ponovljivosti položaja elemenata mašina sa numerickim upravljanjem, Službeni glasnik: 71/91. Veza sa međunarodnim standardom ISO 230-2:1988 ISO/TC 39/SC 2. Datum povlačenja: 21.06.2012.
- [11.4] Institut za standardizaciju Srbije (ISS). (27.12.1991.) SRPS M.G0.300:1991, Mašine alatke - Pribor za ispitivanje mašina alatki, Službeni glasnik: 71/91. Veza sa međunarodnim standardom ISO 230-1:1986 ISO/TC 39/SC 2. Datum povlačenja: 21.06.2012.

- [11.5] Institut za standardizaciju Srbije (ISS). (28.01.2013.) SRPS EN ISO 1101:2013, Geometrijske specifikacije proizvoda - Geometrijska tolerancija - Tolerancije oblika, orijentacije, položaja i obrtanja, Službeni glasnik: 11/13. Ovaj standard je identičan sa: EN ISO 1101:2005 CEN/TC 290.

LV12_M**Radna tačnost numerički upravljanih glodalica**

- [12.1] ISO 10791-7:1998. Test conditions for machining centres, Part 7: Accuracy of a finished test piece. ISO/TC 39/SC 2.
- [12.2] Glavonjić M. (2010) *AN-6 Ispitivanje mašina alatki i obradnih sistema*. http://cent.mas.bg.ac.rs/nastava/ma_bsc/index_m.htm
- [12.3] ISO 230-1:2012. Test code for machine tools - Part 1: Geometric accuracy of machines operating under no-load or quasi-static conditions. ISO/TC 39/SC 2.

LV13_M**Test kružne interpolacije po standardu ISO 230-4/2005**

- [13.1] ISO 230-4:2005, Test code for machine tools — Part 4: Circular tests for numerically controlled machine tools.
- [13.2] Glavonjić M. (2007) Circles and Ellipses Fitting to Measured Data, *FME Transactions*, 35,165-172 .
- [13.3] Weck M., Brecher C. (2006) *Werkzeugmaschinen 5*, Messtechnische Untersuchung und Beurteilung, dynamische Stabilität, Springer-Verlag.

LV14_M**Kongigurisanje i programiranje rekonfigurabilne mašine moma otvorene arhitekture upravljanja**

- [14.1] Živanović, S., Glavonjić, M., Kokotović, B., Dimić, Z. (2014) *Stona rekonfigurabilna mašina sa paralelnom kinematikom – MOMA*, Tehničko rešenje (Novi laboratorijski proizvod, M82), Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet.
- [14.2] Živanović S., Vasilić, G. (2014) Variants of configuring the 2-axis reconfigurable parallel mechanism - MOMA, *Proceedings of 2nd International Scientific Conference Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications COMETA 2014*, pp.33-40, University of East Sarajevo, Faculty of Mechanical Engineering, Jahorina, B&H, Republic of Srpska.
- [14.3] Koren, Y., Heisel, U., Jovane, F., Moriwaki, T., Pritschow, G., Ulsoy, G., Brussel, H.V.(1999). Reconfigurable Manufacturing Systems. *Annals of the CIRP*, 48(2), 527-540.
- [14.4] Glavonjić, M. (2013) Zadatak za seminarski rad. Tema 1: MOMA sa paralelnom kinematikom. http://cent.mas.bg.ac.rs/nastava/ma_bsc/pdf_m/zadatak_za_seminarski_komplet.pdf
- [14.5] Vasilić, G., Živanović, S. (2016) Analiza radnog prostora rekonfigurabilnog dvoosnog paralelnog mehanizma MOMA, *40. JUPITER konferencija, 36. simpozijum NU-Roboti-FTS*, Zbornik radova, ISBN 978-86-7083-893-2, str. 3.47-3.54, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd.
- [14.6] Weck, M. et al., Device for machining and/or assembling of workpieces. United States Patent. Patent number: 5,919,014. Date of Patent: jul. 6. 1999.
- [14.7] Jun, WU., Tiemin, LI., Xinjun, LIU., Liping Wang. (2007) Optimal Kinematic Design of a 2-DOF Planar Parallel Manipulator. *Tsinghua Science and Technology*, 12(3), 269-275.
- [14.8] Hanrath, G., Stengele, B. Machine tool for triaxial machining of workpieces. United States Patent. Patent number: 6,328,510. Date of Patent: dec. 11. 2001.
- [14.9] Weule, H., Fleischer, J., Neithardt, W., Emmrich, D., Just, D. (2003) *Structural Optimization of Machine Tools including the static and dynamic Workspace Behavior*. 36th CIRP-International Seminar on Manufacturing Systems, Saarbruecken, Germany.

- [14.10] Valášek, M., Šika, Z., Zavrel, J., Skopec, T., Steinbauer, P. Control rapid prototyping of redundantly actuated parallel kinematical machine, CTU in Prague, Faculty of Mechanical Engineering, http://dsp.vscht.cz/konference_matlab/MATLAB06/prispevky/valasek_steinbauer/valasek_steinbauer.pdf
- [14.11] Huang, T., Wanga, P.F., Zhao, X.M., Chetwynd, D.G. (2010) Design of a 4-DOF hybrid PKM module for large structural component assembly. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 59,159–162.
- [14.12] Li, M., Huang, T., Zhang, D., Zhao, X., Hu, S.J., Chetwynd, DG. (2005) Conceptual Design and Dimensional Synthesis of a Reconfigurable Hybrid Robot. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 127, 647-653.
- [14.13] Дмитриев, Д.О. Компоновки и кинематика свердлильно-фрезерных верстатов с механизмами параллельной структуры. Серия Машинобудованная, No59, 129-134. УДК 621.9.06
- [14.14] Živanović, S., Glavonjić, M. (2000) Edukaciona 2D paralelna mašina alatka kao tehnološki modul, 26. *JUPITER konferencija, 22. simpozijum NU - Roboti - FTS*, Zbornik radova, str. 3.247-3.254, Mašinski fakultet, Beograd.
- [14.15] Živanović, S. (2000) Tehnološki modul sa paralelnim mehanizmom, Magistarska teza, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet.
- [14.16] Živanović, S. (2000) Parallel Kinematic Machines, *International Journal of Production Engineering and Computers*, 3(3), 49-54.
- [14.17] LinuxCNC, EMC - Enhanced Machine controller web site - www.linuxcnc.org.
- [14.18] NIST - National Institute of Standards and Technology web site - www.nist.gov.
- [14.19] Vasilić, G., Živanović, S., Kokotović, B., Glavonjić, M. (2014) Optimizacija dužina spojki dvoosnog rekonfigurabilnog paralelnog mehanizma - MOMA, 39. *JUPITER konferencija, 35. simpozijum NU-Roboti-FTS*, Zbornik radova, str. 3.28-3.35, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd.
- [14.20] Vasilić, G., Živanović, S. (2016) Modeliranje i analiza rekonfigurabilnog dvoosnog paralelnog mehanizma MOMA sa osnaženim translatorskim zglobovima, *TEHNIKA, Časopis saveza inženjera i tehničara Srbije*, Broj 65(1), 57-63.
- [14.21] Živanović, S., Dimić, Z., Vasilić, G., Kokotović, B. (2018) Konfigurisanje virtuelne rekonfigurabilne dvoosne mašine sa paralelnom kinematikom integrisane sa CNC sistemom otvorene arhitekture na bazi EMC2 softvera, *TEHNIKA, Časopis saveza inženjera i tehničara Srbije*, 67(4), 519-526.

LV15_M

Programiranje funkcionalnog simulatora PAKICUT troosnih mašina sa paralelnom kinematikom

- [15.1] Glavonjic, M., Milutinovic, D., Zivanovic, S., Bouzakis, K., Mitsi, S., Misopolinos, L. (2005) Development of a Parallel Kinematic device Integrated into a 3-axis Milling centre, *Proceedings of 2nd Interanational Conference on Manufacturing Engineering ICMEN and EUREKA Brokerage Event*, pp.351-361, Kassandra-Chalkidiki, Greece.
- [15.2] Milutinović, D., Glavonjić, M., Živanović, S. (2006) Funkcionalni simulator troosnih mašina sa paralelnom kinematikom, 31. *Savetovanje proizvodnog mašinstva SCG sa međunarodnim učešćem*, Zbornik radova, ISBN 86-80581-92-5, str.295-304, Mašinski fakultet u Kragujevcu.
- [15.3] Živanović, S., (2006) Konfigurisanje funkcionalnih simulatora troosnih mašina sa paralelnom kinematikom, *Istraživanje i razvoj mašinskih elemenata i sistema - IRMES '06*, Zbornik radova, str.95-100, Mašinski fakultet Banjaluka.
- [15.4] Glavonjic, M., Milutinovic, D., Zivanovic, S. (2009) Functional simulator of 3-axis parallel kinematic milling machine. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 42(7),813-821.

LV16_M

Objektno programiranje numerički upravljanih mašina alatki

- [16.1] STEP NC-MACHINE, Step Tools, Inc. <http://www.steptools.com/>, februar 2012

- [16.2] ISO/DIS 10303-238, Industrial automation systems and integration - Product data representation and exchange - Part 238: Application protocol: Application interpreted model for computerized numerical controllers, ISO, Geneva, 2004. <http://www.iso.org>
- [16.3] Glavonjić M., (2010) Objektno programiranje mašina alatki, Podsetnik za nastavu na predmetu Mašine alatke M, Mašinski fakultet Beograd, http://cent.mas.bg.ac.rs/nastava/ma_bsc/pdf_m/ha5_m.pdf
- [16.4] STEP-NC Newsletter, Issue 2, July 2000. <http://www.step-nc.org/data/newsletter2.pdf>
- [16.5] STEP-NC Newsletter, Issue 3, November 2000. <http://www.step-nc.org/data/newsletter3.pdf>
- [16.6] STEP-NC Newsletter, Issue 5, September 2003. <http://www.step-nc.org/data/newsletter5.pdf>
- [16.7] Zivanovic S., Glavonjic M. (2013) Simulations of machining based on STEP-NC, *Proceedings of the 11th Anniversary International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology DEMI 2013*, ISBN 978-99938-39-46-0, pp 513-521, University of Banja Luka, Faculty of Mechanical Engineering, Banja Luka.
- [16.8] Hardwick M, (2008) Manufacturing Integration using the STEP-NC DLL, ISO STEP-Manufacturing RPI & STEP Tools, Inc., pp. 1-14.
- [16.9] Živanović, S., Glavonjić, M., Methodology for implementation scenarios for applying protocol STEP-NC, *Journal of Production Engineering*, 17(1), 71-74.
- [16.10] Glavonjić, M., Živanović, S. (2012) Novi pristup programiranju numerički upravljanih mašina alatki primenom STEP-NC, 38. JUPITER konferencija, 34. simpozijum NU-Roboti-FTS, Zbornik radova, ISBN 978-86-7083-757-7, str. 3.112-3.117, Mašinski fakultet, Beograd.
- [16.11] Glavonjić M., Živanović S. (2012) Protokol STEP-NC za programiranje numerički upravljanih mašina alatki, *TEHNIKA*, Časopis saveza inženjera i tehničara Srbije, 61(6), 937-942.
- [16.12] STEP-NC Pilot Demonstration OMAC STEP-NC Working Group Meeting, Orlando, Florida, USA, 2005.
- [16.13] Zeljković M., Tabaković S., Živković A., Živanović S., Mladenović C., Knežev, M. (2018) *Osnove CAD/CAE/CAM tehnologija*, udžbenik, ISBN 978-86-6022-120-1, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet Tehničkih nauka.

LV17_M**Osnovi eksperimentalne modalne analize**

- [17.1] ISO/TR 230-8, TECHNICAL REPORT, Test code for machine tools — Part 8: Vibrations, Second edition, 2010.
- [17.2] Døssing, O., Structural Testing, Part I: Part I: Mechanical Mobility Measurements, DK BR 0458-12, Brüel & Kjær, 1988.
- [17.3] Døssing, O., Structural Testing, Part II: Modal Analysis and Simulation, DK BR 0507-11, Brüel & Kjær, 1988.
- [17.4] Schwarz B.J., Richardson M.H. (1999) Experimental Modal Analysis, CSI Reliability Week, Orlando FL, pp.1-12, October, 1999.
- [17.5] Trethewey M.W., J. A. Cafeo J.A. (1992) Tutorial: Signal Processing Aspects Of. Structural Impact Testing, *The International Journal of Analytical and Experimental Modal Analysis*, 7(2), 129-149.
- [17.6] Fladung W., Rost R., Application And Correction Of The Exponential Window For Frequency Response Functions, *Mechanical Systems and Signal Processing*, Vol. 11, No.1, pp. 23-36, 1997.
- [17.7] Basics Of Modal Testing And Analysis, CI Product note No. 007, Crystal Instruments, 2017.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

621.7+621.9(075.8)(076)

ГЛАВОЊИЋ, Милош, 1949-

Mašine alatke : praktikum / Miloš Glavonjić, Branko Kokotović,
Saša Živanović.

- 1. izd. - Београд: Машињски факултет Универзитета, 2023
(Београд: Planeta-print).

- VII, 255 str. : ilustr. ; 30 cm

Tiraž 100. - Bibliografija: str. 249-255.

ISBN 978-86-6060-163-8

1. Кокотовић, Бранко, 1964- [autor]

2. Живановић, Саша, 1969- [autor]

а) Машине алатке -- Вежбе

COBISS.SR-ID 133336073

