



MODERNIZACIJA PROIZVODNE OPREME U MSP KROZ INTEGRACIJU NAPREDNIH REŠENJA UPRAVLJAČKE ELEKTRONIKE

Rezime

U eri digitalizacije, mala i srednja preduzeća (MSP) se suočavaju sa značajnim izazovima usled zastarelosti proizvodne opreme koja ne može da odgovori savremenim zahtevima poslovanja. Preduzeća koja se bave mašinskom obradom metala, drveta i ostalih materijala karakteriše značajan udeo opreme starije generacije za koju se smatra da je neupotrebljiva sa aspekta savremenih trendova u oblasti proizvodnje. Cilj ovog rada je razmatranje mogućnosti modernizacije postojeće proizvodne opreme starije generacije, sa posebnim naglaskom na CNC mašine, pomoću prikaza primera iz prakse. Modernizacija proizvodne opreme starije generacije kao finansijski isplativo rešenje ostvaruje brojne prednosti u vidu produženja radnog veka mašina, značajnog poboljšanja performansi, održanja konkurentnosti na tržištu i sl.

Ključne reči: modernizacija, revitalizacija, proizvodna oprema, CNC mašine, MSP, zastarelost mašina

1. UVOD

Obrada materijala pomoću alatnih mašina, upotreba numerički kontrolisanih mašina, odnosno CNC (eng. computer numerically controlled), primena CAM (eng. computer-aided manufacturing) tehnologija je izuzetno široka oblast koja zahteva kako akademsko znanje tako i inženjersko iskustvo. Nemoguće je biti ekspert koji bi bio u stanju da pokrije sve ove oblasti, ali sa druge strane mašinski inženjer koji radi u proizvodnji bi trebalo da bude upoznat sa osnovama prethodno navedenih oblasti, ali i sa ekonomskim aspektom procesa proizvodnje. Upravljački elektronski sistemi na CNC mašinama su uglavnom izvan interesovanja inženjera koji rade u proizvodnji obzirom da je kod novih mašina taj deo posla gotovo isključivo odgovornost isporučioaca opreme. Ovaj rad pokušava da napravi iskorak u smeru ohrabivanja inženjera da aktivnije krenu u analizu sistema za upravljanje CNC mašina, a kasnije i u mogućnost njene modernizacije posebno kod mašina starije generacije.

U savremenom industrijskom okruženju, koje odlikuje razvoj novih inovativnih tehnologija, mala i srednja preduzeća (MSP) suočavaju se sa značajnim izazovom održavanja konkurentnosti na svetskom tržištu. Usled visokih finansijskih izdataka za nabavku novih mašina u MSP sve veća pažnja se posvećuje revitalizaciji postojećih mašina, kao alternativni prihvatljivoj sa ekonomskog i ekološkog aspekta [1].

U izveštaju [2] se navodi da je prosečan broj zaposlenih u MSP koja se bave mašinskom obradom u EU u 2017. godini iznosio 106. Takođe se navodi velika raznovrsnost mašina u razmatranim preduzećima. Prosečna starost instaliranih mašina u Italiji 2014. godine je bila 12,8 godina [2]. U Nemačkoj je 2015. godine prosečna starost CNC mašina bila 10,5 godina, dok je prosečna starost ostalih mašina bila 19,7 godina [2,3]. MSP u našoj zemlji, ali i u okruženju, koja se bave mašinskom obradom metala, drveta i drugih materijala, uglavnom u svojim pogonima imaju značajan udeo opreme starije generacije. Usled nedostatka pristupa izvorima koji bi pomenutu činjenicu potvrdili, naveden stav može da se izvede na osnovu iskustva autora ovog rada. Razmatrajući zastupljenost CNC mašina može se reći da MSP u našoj zemlji u svojim pogonima još uvek imaju proizvodnu opremu koja potiče iz osamdesetih godina prošlog veka do početka XXI veka. Sistemi upravljanja na pomenutim mašinama su gotovo bez izuzetka zastareli i ne mogu da odgovore savremenim zahtevima upravljanja. Postavlja se pitanje, da li je nužno ulaziti u nabavku savremenih CNC mašina u cilju praćenja savremenih trendova u ovoj oblasti, ili je moguće izvršiti modernizaciju postojeće proizvodne opreme? Pre svega imajući u vidu intenzivan napredak u razvoju elektronike, pogotovo u oblasti mikrokontrolera i upravljačkih sistema baziranih na njihovoj upotrebi. Sa druge strane uočljiv je problem servisiranja opreme starije generacije usled nedostatka originalnih, pre svega elektronskih sklopova.

Menadžment u MSP se suočava sa dilemom da li je neophodno ulagati finansijska sredstva u nabavku

¹⁾ Prof. dr Petar Todorović, Fakultet inženjerskih nauka, Univerzitet u Kragujevcu, (petar@kg.ac.rs), Prof. dr Ivan Mačužić, Fakultet inženjerskih nauka, Univerzitet u Kragujevcu, (ivanm@kg.ac.rs), Marija Savković, Fakultet inženjerskih nauka, Univerzitet u Kragujevcu, (marija.savkovic@kg.ac.rs)

novih, savremenih CNC mašina kako bi se pratili aktuelni trendovi u industriji, ili je moguće modernizovati postojeće mašine nadogradnjom hardvera i opremanjem novim upravljanjem i na taj način poboljšati njihove performanse [4,5]. Pre donošenja konačne odluke potrebno je pažljivo razmotriti odnos troškova i koristi i potencijalne prednosti modernizacije u odnosu na zamenu postojećih mašina novim.

Zastarelost mašina je povezana sa njihovom sposobnošću da obavljaju funkciju u skladu sa željenim specifikacijama. Ovo stanje se može odložiti revitalizacijom [6]. Revitalizacija ili retrofit se definiše kao proces uvođenja promena u tradicionalne, konvencionalne mašine i sisteme kako bi se povećala efikasnost, produžio radni vek mašina, minimizirala finansijska ulaganja i smanjili rizici [7,8]. Termin „retrofit“ se odnosi na bilo koju vrstu modernizacije, nadogradnje i adaptacije mašina [9].

U ovom radu se razmatra mogućnost modernizacije (retrofit) postojećih CNC mašina što u širem kontekstu može da doprinese ostvarivanju više ciljeva. Prvi cilj je korišćenje postojeće proizvodne opreme, za koju obično vlada mišljenje da je gotovo neupotrebljiva sa aspekta savremenih trendova u oblasti proizvodnje (nemogućnost povezivanja sa računarom, manjak memorije, zastareo prikaz i praćenje rada na monitorima starije generacije i sl.). Sa druge strane, mašine starije generacije su, gotovo bez izuzetka, masivne, stabilne, sa izuzetno krutom nosećom konstrukcijom što može da se posmatra kao njihova značajna komparativna prednost. Ugradnjom savremenih upravljačkih komponenti i sistema možemo da očekujemo da će pomenute mašine po upotrebljivosti, brzini kretanja, radnim režimima i fleksibilnosti u nekim slučajevima moći da prevaziđu performanse svojevremeno propisane od samog proizvođača.

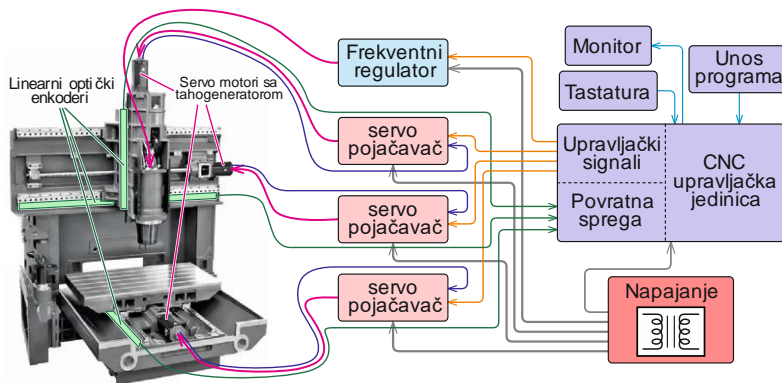
Drugi cilj je korišćenje upravljačke elektronike domaćih proizvođača. Time bi bila smanjena zavisnost od stranih dobavljača opreme ili njihovih predstavnika, što može značajno da utiče na rokove isporuke opreme, kao i niže cene modernizacije proizvodne opreme. Oprema domaćih proizvođača podrazumeva uputstva na srpskom jeziku, obezbeđen servis, što može da donese prevagu u donošenju odluke o izboru upravljačke elektronike.

Treći cilj bi bio formiranje stručnih timova koji bi bili obučeni za realizaciju poslova modernizacije proizvodne opreme. Pomenuti cilj ima širi društveni značaj kroz podizanje opšteg znanja iz navedene oblasti, zatim obezbeđivanje dodatnog angažovanja postojećih stručnjaka ali i stvaranje prostora za usavršavanje i zapošljavanje novih stručnjaka.

2. UPRAVLJAČKI SISTEMI CNC MAŠINA

Najuopštenije posmatrano, CNC mašina se sastoji od tri osnovne celine: mehaničkog dela mašine, izvora kretanja (motora i elektronike za njihov pogon) i CNC upravljačke jedinice. Ako malo detaljnije razmotrimo upravljački sistem CNC mašine (slika 1), možemo da kažemo da se uglavnom sastoji od sledećih modula:

- CNC upravljačke jedinice,
- Servo pojačavača (drajvera) koji upravljaju AC ili DC servo motorima,
- AC ili DC servo motora za pogon po osama,
- Mernih sistema za određivanje pozicije po osama, obično optički linearni enkodери.
- Izvora napajanja za AC ili DC servo motore koji se koriste za pogon po osama CNC mašine,
- Motora i sistema za pogon obradne glave,
- Magacina sa alatima i sistema za izmenu alata,
- Pomoćnih sistema, krajnjih prekidača, sistema za podmazivanje, sistema za hlađenje i dr.

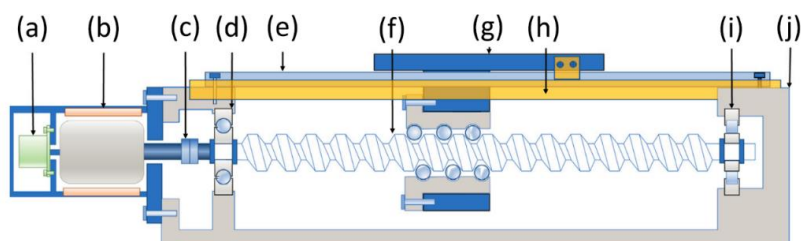


Slika 1. Blok dijagram sistema upravljanja CNC mašine

Kod CNC mašina starije generacije upravljačke jedinice su realizovane sa specijalizovanim računarima starije generacije i ovaj modul upravljačkog sistema je često najkritičniji i ograničavajući za dalje korišćenje celog sistema upravljanja. Pomenuti modul interpretira standardne G i M komande. Na osnovu pozicija po

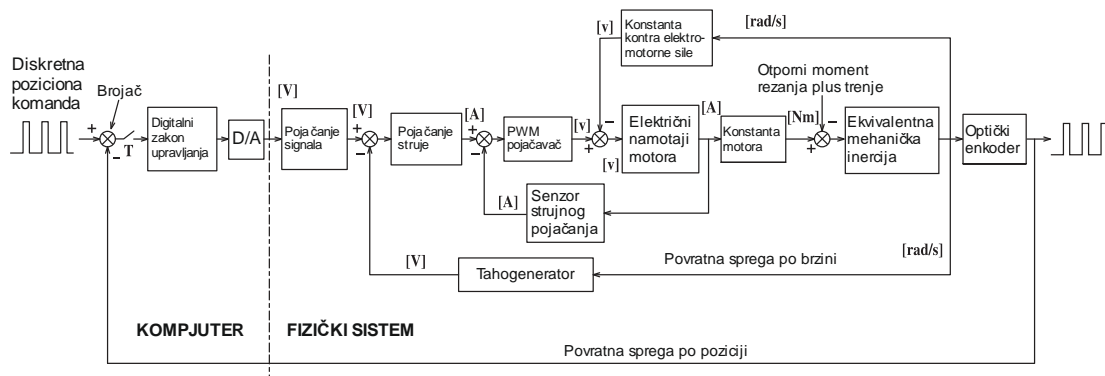
osama koje obično dobija sa linearnih enkodera, CNC upravljačka jedinica generiše upravljački signal u opsegu $\pm 10V$ (tzv. analogna tehnologija) ili preko posebnog komunikacionog protokola (tzv. digitalna tehnologija) za upravljanje po osama. CNC upravljačka jedinica je gotovo uvek predmet zamene tokom postupka modernizacije sistema upravljanja na CNC mašinama starije generacije.

Mehaničko-elektronski sklop koji obezbeđuje pogon po osama treba da savlada kako statička, tako i dinamička opterećenja na CNC mašini. Izvori statičkog opterećenja, tj. otpora pri kretanju, su otpori usled trenja na linearnim vođicama, navojnom vretenu, kotrljajnim ležajevima i sl. Dinamička opterećenja nastaju usled zaletanja i usporavanja pokretnih masa po osama mašine, ali i usled promenljivih otpora rezanja. Pogonski servo motori kao i njihova upravljačka elektronika (servo pojačavači) moraju da budu dimenzionisani tako da obezbede dovoljan obrtni moment kako bi savladali pomenuta opterećenja prilikom obrade predmeta obrade tokom životnog veka CNC mašine. Na slici 2. je dat tipičan izgled sklopa koji obrtno kretanje servo motora pretvara u pravolinijsko kretanje radnog stola CNC mašine, obezbeđuje precizno pozicioniranje, kao i povratnu informaciju upravljačkom sistemu CNC mašine o trenutnoj poziciji preko obrtnog enkodera na servo motoru i linearnog enkodera na radnom stolu [10,11].



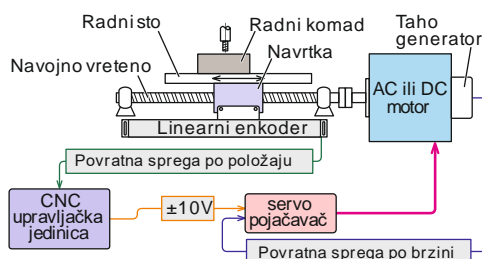
Slika 2. Mehanička struktura jedne linearne servo ose CNC mašine, a) rotacioni inkrementalni enkoder, b) servo motor, c) spojnica, d) ležaj, e) linearna vođica, f) navojno vreteno i navrtka, g) radna površina stola, h) linearni optički enkoder, i) ležaj i j) ram mašine [10,11]

Kod mašina starije generacije pogonski servo motori za pogon po osama su u najvećem broju slučajeva motori jednosmerne struje sa permanentnim magnetima. Ređe su zastupljeni AC servo sistemi. Blok dijagram uobičajenog servo-upravljačkog sistema za pogon po osama jedne CNC mašine dat je na slici 3.



Slika 3. Blok dijagram servo-upravljačkog sistema jedne ose CNC mašine [11]

Detaljnija analiza upravljačkog sistema sa slike 3. će u daljem tekstu biti izostavljena jer bi prevazilazila obim ovog rada. Potrebno je primetiti da upravljački sistem ima dve povratne sprege, po brzini i po poziciji. Povratnu spregu po brzini obezbeđuje tahogenerator, a po poziciji linerani optički enkoder. Postoje i izvesna odstupanja u praktičnim realizacijama pojedinih proizvođača upravljačkih sistema (datim na slici 3.) na CNC mašinama starije generacije, što u značajnoj meri može da oteža postupak modernizacije CNC mašine. Pojednostavljeni prikaz servo-upravljačkog sistema sa slike 3. dat je na slici 4.



Slika 4. Sistem servo-upravljanja po jednoj osi

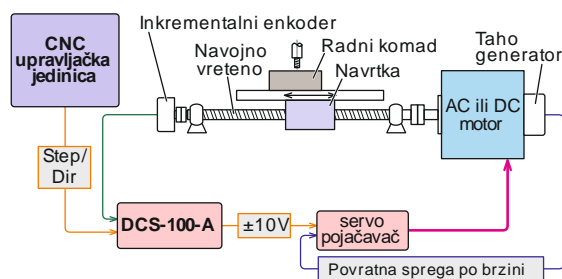
Kod mašina starije generacije CNC upravljačka jedinica u zavisnosti od G koda koji interpretira, u

najvećem broju slučajeva generiše analogni upravljački signal $\pm 10V$ koji preko servo pojačavača određuje brzinu obrtanja servo motora. Brzinska povratna sprega u servo pojačavaču je zatvorena pomoću tahogeneratora koji broj obrtaja servo motora pretvara u napon proporcionalan broju obrtaja servo motora (slika 4). Povratna sprega po položaju se zatvara u samoj CNC upravljačkoj jedinici i neophodna je za ostvarenje programiranog pozicioniranja ili interpolacije. Različite nesavršenosti prenosnika (zazori u ležajevima navojnog vretena ili u paru vreteno/navrtka) predstavljaju poremećaj, koji dovodi do grešaka pozicioniranja i interpolacije. Uobičajena opcija, čak i kod starijih upravljačkih jedinica je softverska kompenzacija ovih zazora, što zahteva njihovo merenje i upisivanje u vidu odgovarajućih parametara u sistemski softver upravljačke jedinice.

3. PRIMERI MODERNIZACIJE UPRAVLJANJA CNC MAŠINA STARIJE GENERACIJE

U ovom radu će kroz reprezentativne primere biti date ideje o mogućim prístupima modernizaciji CNC mašina starije generacije. Pomenuti primeri modernizacije CNC mašina su razmatrani u članku [12]. Kao osnova za modernizaciju CNC mašina u datim primerima korišćena je oprema domaćeg proizvođača elektronike za upravljanje CNC mašinama [13]. Već je navedeno da je CNC upravljačka jedinica sistem koji najčešće otkáže ili zastari, tako da je on najčešće predmet zamene. CNC upravljačke jedinice novije generacije dominantno generišu digitalne signale (Step/Dir, CW/CCW i sl.) za upravljanje servo drajverima. Pored pomenutih tipova digitalnih upravljačkih signala, u industrijskom okruženju se koriste različiti standardni protokoli za upravljanje servo sistemima (EtherCAT, Modbus i dr.) i oni neće biti razmatrani u ovom radu.

Ukoliko su postojeći servo pojačavači ispravni, poželjno je da se oni zadrže obzirom na njihovu robusnu konstrukciju. Za konverziju digitalnog upravljačkog signala sa savremenih CNC upravljačkih jedinica (obično u formi Step/Dir ili CW/CCW) u analogni signal $\pm 10V$ koji je potreban za servo pojačavače starije generacije može se iskoristiti servo drajver sa analognim izlazom DCS-100-A [14]. Drajver je baziran na 16-to bitnom mikrokontroleru u koji je ugrađen PID upravljački algoritam i namenjen je za retrofit CNC mašina starije generacije.



Slika 5. Sistem servo-upravljanja po jednoj osi

Jedan od mogućih pristupa korišćenja servo drajvera sa analognim izlazom DCS-100-A je prikazan na slici 5. Signal sa dodatnog inkrementalnog enkodera, koji je postavljen na navojnom vretenu kako bi se obezbedila povratna sprega po ugaonoj poziciji navojnog vretena, se vodi u servo drajver DCS-100-A. Na osnovu Step/Dir komandi sa CNC upravljačke jedinice i pozicije koju dobija sa inkrementalnog enkodera, a u zavisnosti od podešenih parametara PID regulatora, servo drajver DCS-100-A generiše upravljački analogni signal $\pm 10V$ koji je neophodan za upravljanje originalnim servo pojačavačem.



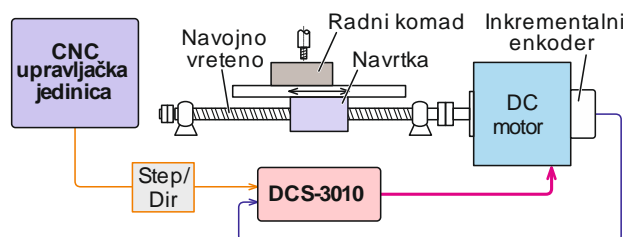
Slika 6. Modernizacija CNC struga, a) izgled CNC struga nakon modernizacije, b) ugrađeni servo drajveri DCS-100-A i ISO-USB-BOX kontroler kretanja i c) originalni servo pojačavači

Slika 6. daje primer modernizacije CNC struga Somab Unimab 300 primenom servo drajvera DCS-100-A,

pri čemu su na strugu zadržani postojeći servo pojačavači, servo motori, kao i originalni izvor napajanja. Kao nova CNC upravljačka jedinica je upotrebljen 6-osni ISO-USB-BOX kontroler kretanja [15]. Kontroler kretanja je baziran na 32-bitnom mikrokontroleru i ima interno ugrađen izolacioni USB port čime se postiže galvanska izolacija između kontrolera kretanja i računara koji se koristi za upravljanje. Time je značajno povećava pouzdanost sistema upravljanja na CNC mašini u zahtevnom industrijskom okruženju.

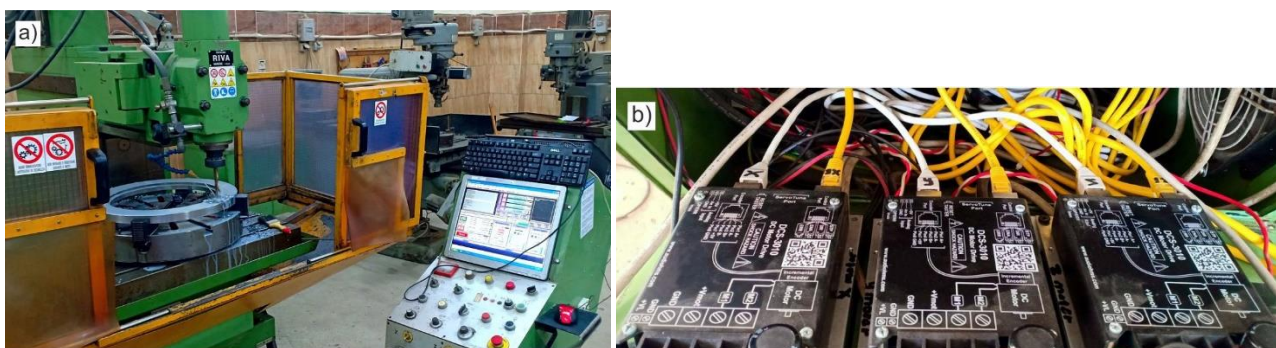
Kada na CNC mašini starije generacije nije moguće iskoristiti originalne servo pojačavače za pogon servo motora, a ukoliko je postojeći sistem upravljanja realizovan sa servo motorima jednosmerne struje sa stalnim magnetom, tada je za modernizaciju CNC mašine moguće iskoristiti DC servo drajver DCS-3010 [16]. Servo drajver je mikrokontrolerski PWM drajver namenjen za upravljanje DC motorima sa stalnim magnetom napona napajanja do 115 VDC (opciono do 180 VDC) i za maksimalne struje do 30A. Drajver je baziran na 16-to bitnom mikrokontroleru u koji je ugrađen PID upravljački algoritam. Kao povratna sprega po poziciji koristi se inkrementalni enkoder [16].

Modernizacija sistema upravljanja na CNC mašini starije generacije pomoću servo drajvera DCS-3010 prikazana je blok dijagramom na slici 7. Umesto tahogeneratora koji je u najvećem broju slučajeva inicijalno postavljen na DC motoru, potrebno je postaviti inkrementalni enkoder kako bi servo drajver DCS-3010 imao informaciju o ugaonoj poziciji DC motora, odnosno navojnog vretena.



Slika 7. Servo drajver DCS-3010 u sistemu upravljanja

Primena servo drajvera DCS-3010 data je na primeru modernizacije CNC glodalice Rigiva RS80 (slika 8) [17]. Osnovne karakteristike glodalice su: površina radnog stola 1200x460 mm, radni prostor 600x500x400 mm, prihvat nosača alata ISO 40. Potrebno je napomenuti da je povratnu spregu po poziciji na servo drajveru DCS-3010 moguće zatvoriti i preko linearnog inkrementalnog enkodera, koji bi se koristio umesto obrtnog inkrementalnog enkodera, ali je u tom slučaju potrebno da u mehaničkom sistemu prenosa od DC servo motora do radnog stola postoje jako mali zazori. U slučaju postojanja većeg zazora, PID upravljački algoritam ugrađen u servo drajver neće biti u stanju da izvrši kompenzaciju postojećeg zazora, što u krajnjem slučaju može da dovede do nestabilnog rada upravljačkog sistema. Stoga je potrebno posebnu pažnju posvetiti postupku podešavanja parametara upravljanja novo ugrađenih servo drajvera.



Slika 8. Modernizacija CNC glodalice Rigiva RS80, a) izgled CNC glodalice nakon modernizacije i b) ugrađeni servo drajveri DCS-3010

U obe varijante primenjenih enkodera (obrotni/linearni) zazor u prenosniku je krajnje nepoželjna pojava. U varijanti direktno praćenja pozicije pomoću linijskog enkodera očekuje se veća tačnost pozicioniranja i interpolacije. Pored neophodnih ispitivanja na osnovu kojih se vrši iterativno podešavanje osnovnih parametara upravljačkih petlji brzine i pozicije, poželjno je i eksperimentalno odrediti zazore po servo osama, kako bi se nakon unošenja tih vrednosti, u vidu odgovarajućih parametara, stvorile pretpostavke da upravljačka jedinica vrši njihovu softversku kompenzaciju tokom rada ovih osa.

4. ZAKLJUČAK

U radu su razmatrane mogućnosti modernizacije proizvodnih mašina starije generacije u MSP. Modernizacija podrazumeva integraciju savremenih upravljačkih sistema u robusne mašine i opremu starije generacije koji su već prisutni u proizvodnim pogonima, omogućavajući postizanje optimalne ravnoteže između modernizacije i zadržavanja funkcionalnih karakteristika mašina. Prednosti se ogledaju u povećanju efikasnosti, funkcionalnosti, produženju radnog veka i dr. Za MSP, koja često nemaju mogućnosti za veća finansijska ulaganja u nove mašine i opremu, modernizacija postojeće proizvodne opreme predstavlja održiv izbor u skladu sa principima cirkularne ekonomije. Šire posmatrano, organizovaniji pristup modernizaciji postojeće proizvodne opreme, mogao bi da doprinese ostvarivanju više ciljeva. Prvi cilj je korišćenje postojeće proizvodne opreme, što je pre svega ekonomski isplativo. Drugi cilj je korišćenje opreme domaćih proizvođača upravljačke elektronike i konačno treći cilj bi bio formiranje stručnih timova koji bi bili sastavljeni od domaćih inženjera i tehničara koji bi bili obučeni za realizaciju poslova modernizacije proizvodne opreme.

5. LITERATURA

- [1] T. Lins, R.A.R. Oliveira, Cyber-physical production systems retrofitting in context of industry 4.0, *Comput. Ind. Eng.* 139, 2020.
- [2] The European machine tool sector and the circular economy, European Association of the Machine Tool Industries and related Manufacturing Technology, 2019.
- [3] Živanović, S., et. al., Revitalizacija horizontalne bušilice glodalice LOLA HBG80 upravljanjem otvorene arhitekture na LinuxCNC platformi, 43. JUPITER konferencija, Beograd 2022., pp 3.1-3.12
- [4] D. H. Arjoni, et. al., Manufacture equipment retrofit to allow usage in the industry 4.0, in 2017 2nd international conference on Cybernetics, Robotics and Control (CRC). IEEE, 2017., pp 155-161
- [5] K. A. Nsiah, et. al., An open-source toolkit for retrofit industry 4.0 sensing and monitoring applications, IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC), IEEE, 2018.
- [6] Edwards, K L., Systematic Retrofit Design for Manufacture - Critical Component Substitution in Machine Design, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture* 218 (1), 2004, pp 129-133.
- [7] J.I. García, et. al., Digital retrofit: a first step toward the adoption of Industry 4.0 to the manufacturing systems of small and medium-sized enterprises, *Proc. Inst. Mech. Eng. B* 234, 2020, pp. 1156-1169
- [8] Guerreiro, B.V., Lins, R.G., Sun, J., Schmitt, R., Definition of smart retrofitting: first steps for a company to deploy aspects of industry 4.0, *Advances in Manufacturing*, 2018., pp. 161-170
- [9] Du, Yanbin, Huajun Cao, Fei Liu, Congbo Li, and Xiang Chen, An Integrated Method for Evaluating the Remanufacturability of Used Machine Tool, *Journal of Cleaner Production* 20 (1), 2012, pp. 82 - 91
- [10] Tero Kaarlela, Tero Niemi, Tomi Pitkääho, Jari Harjula, Retrofitting enables sustainability, Industry 4.0 connectivity, and improved usability, *Advances in Industrial and Manufacturing Engineering*, 9, 2024
- [11] Yusuf Altintas, *Manufacturing automation: metal cutting mechanics, machine tool vibrations, and CNC design*, Cambridge University Press, 2012.
- [12] Petar Todorović, Staro, a opet novo. Šta nam je za to potrebno? *Mehatronika*, 01/24, 2024.
- [13] www.audiohms.com [pristup: septembar 2024.]
- [14] <http://www.audiohms.com/sr/cnc-elektronika-proizvodi/drajveri-i-upravljacke-jedinice-za-dc-servo-motore/servo-drajver-dcs-100-a-v3> [pristup: septembar 2024.]
- [15] <http://www.audiohms.com/sr/cnc-elektronika-proizvodi/ulazno-izlazne-kartice/kontroleri-kretanja/iso-usb-mc-kontroler-kretanja> [pristup: septembar 2024.]
- [16] <http://www.audiohms.com/sr/cnc-elektronika-proizvodi/drajveri-i-upravljacke-jedinice-za-dc-servo-motore/dc-servo-drajver-dcs-3010> [pristup: septembar 2024.]
- [17] <http://www.audiohms.com/sr/iskustva/drajveri-i-upravljacke-jedinice-za-dc-servo-motore/item/210-retrofit-cnc-rigiva> [pristup: septembar 2024.]

Todorović P., Mačužić I., Savković M.

MODERNIZATION OF PRODUCTION EQUIPMENT IN SME THROUGH THE INTEGRATION OF ADVANCED CONTROL ELECTRONICS SOLUTIONS

Abstract: *In the era of digitization, small and medium-sized enterprises (SMEs) face significant challenges due to the obsolescence of production equipment that cannot meet modern business requirements. Enterprises engaged in mechanical processing of metal, wood and other materials are characterized by a significant share of older generation equipment, which is considered to be unusable from the aspect of modern trends in the field of production. The aim of this paper is to consider the possibility of modernizing the existing production equipment of the older generation, with special emphasis on CNC machines, by means of examples from practice. Modernization of production equipment of the older generation as a financially profitable solution achieves numerous advantages in the form of extending the working life of machines, significantly improving performance, maintaining competitiveness on the market, etc.*

Key words: *modernization, revitalization, production equipment, CNC machines, SMEs, machine obsolescence*