

ANALIZA MOGUĆNOSTI PRIMENE RFID TEHNOLOGIJE U PROCESU MONTAŽE/DEMONTAŽE PRIBORA

*Mr Đorđe Vukelić, dipl. inž.
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*

*Dr Uroš Župerl, dipl. inž.
Mašinski fakultet, Maribor, Slovenija*

*Dr Janko Hodolič, dipl. inž.
Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija*

*Peter Križan, dipl. inž.
Mašinski fakultet, Bratislava, Slovačka*

U radu je data analiza mogućnosti primene tehnologije za automatsku identifikaciju putem radio talasa (RFID tehnologije) u procesu montaže/demontaže pribora za mašinsku obradu rezanjem. Analizom su obuhvaćene hardveske i softverske komponente koje projektovani sistem za montažu/demontažu pribora treba da poseduje. Predložena koncepcija sistema treba da obezbedi lakšu i bržu identifikaciju osnovnih elemenata koje pribor treba da sadrži. Rad daje opštu strukturu primenjene tehnologije, prikaz pojedinih segmenata sistema i primer njegove implementacije u laboratorijskim uslovima. Na kraju su dati odgovarajući zaključci, prednosti i mane razvijenog sistema, kao i pravci budućih istraživanja.

Ključne reči: RFID tehnologija, pribor, montaža/demontaža

AN ANALYSIS OF POSSIBLE APPLICATION OF RFID TECHNOLOGY IN MACHINING FIXTURE ASSEMBLY/DISASSEMBLY PROCESS

The analysis of possible application of Radio Frequency Identification (RFID) technology in machining fixture for metal cutting manufacturing assembly/disassembly process is presented in this paper. An analysis involves hardware and software components that designed system for assembly/disassembly needs to have. Suggested structure of the system should provide easier and faster identification of basic fixture elements. The paper presents the overall structure of applied technology, description of particular system segments and their implementation in laboratory conditions. The paper concludes with final remarks, discussing advantages and disadvantages of the developed system, as well as the directions of future research.

Keywords: RFID technology, fixture, assembly/disassembly process

UVOD

Novo, digitalno doba i okruženje informacionih tehnologija sa sobom donosi promene koje uz

redefiniciju poslovnih strategija i reinženjering poslovanja utiče na progresivan razvoj informacionih tehnologija i uvođenje informacionih tehnologija u poslovanje [1]. Savremeni proizvodni sistemi u mašinskoj industriji karakterišu se visokom frekvencijom promene programa proizvodnje, zahtevima za stalnim, poboljšanjem kvaliteta proizvoda, smanjenjem rokova njihove izrade, stalnom potrebom podi-

Kontakt: Mr Đorđe Vukelić, dipl. inž.
Univerzitet u Novim Sadu, Fakultet tehničkih nauka
Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad
E-mail : vukelic@uns.ns.ac.yu

zanja tehnološkog nivoa proizvoda, smanjenjem troškova njihove izrade, itd. Promenljivi zahtevi tržišta, stalni razvoj novih tehnologija, kao i veliki broj različitosti varijanti jednog tipa proizvoda utiču na potrebu stalnog unapređenja proizvoda. Da bi proizvode podigli na viši nivo sve mašinske elemente je potrebno optimalno rešiti po pitanju funkcionalnosti, ergonomije, dizajna itd., što sve uslovljava prelazak sa statičkog na dinamički pristup projektovanju /12/. Ovakav pristup realno opisuje promenljivu prirodu procesa koji se odvijaju u proizvodnim, odnosno montažnim sistemima i omogućava njihovo efikasnije izvođenje. Efikasna metoda u fazi projektovanja podrazumeva metodu koja pruža potreban kvalitet (makro i mikro geometriju, materijal, tolerancije, preglednost i sadržajnost dokumentacije i njen kvalitet, tehnološkičnost konstrukcije, odnosno eksploatacionu pogodnost i ekonomičnost) i varijantnost konstrukcionih rešenja u što kraćem vremenu a u fazi tehnološkog i proizvodnog osvajanja, niske troškove, visok stepen pouzdanosti i operativnu gotovost. Pretpostavka za optimalan način rešavanja ove problematike i mogućnost postizanja planiranog stepena fleksibilnosti još u fazi projektovanja montažnog sistema je usvojeni modularni prilaz procesa razvoja, koji svojim brzim, efektivnim i efikasnim projektantskim i proizvodnim tehnikama omogućava značajno smanjenje vremena gotovosti procesa montaže.

Pribori predstavljaju uređaje koji se koriste u različitim procesima, koji se odvijaju u industrijskim sistemima, od proizvodnje do montaže, odnosno demontaže. Obzirom da su oni jedni od značajnih elemenata procesa, pri automatizaciji proizvodnih sistema moguće je problem njihovog projektovanja, montaže/demontaže i identifikacije realizovati tako da se unapredi kompletan proizvodni proces. Automatizacija se prvenstveno ogleda u procesu automatske identifikacije koje je moguće realizovati u procesima montaže i demontaže /15/. U okviru ovog rada akcenat se daje na unapređenje navedenih procesa koje se ogleda u skraćanju vremena njihovog trajanja, a vezano za identifikaciju komponenata pribora, kao i samih pribora za mašinsku obradu rezanjem.

PREDHODNA ISTRAŽIVANJA

Pribori se koriste za pozicioniranje i stezanje radnog predmeta u procesu mašinske obrade, kao i montaže. Bez upotrebe pribora proces izrade zahtevane mere i traženom kvalitetu i

potrebnim tolerancijama je praktično nemoguće izvesti. Pri osvajanju proizvodnih procesa sa novim konstrukcijama pribora mogu se identifikovati dve nerazdvojive celine: proces projektovanja, sa jedne strane, i proces montaže i demontaže pribora, sa druge strane [11].

U predhodnom periodu pažnja istraživača je uglavnom bila fokusirana na proces projektovanja pribora. Generalno su bila prisutna dva polja istraživanja: optimizacija konstrukcije pribora i razvoj sistema za projektovanje pribora. Za optimizaciju konstrukcije pribora upotrebljavane su različite tehnike: metoda konačnih elemenata [10, 23], genetski algoritmi [7, 20], kombinacije metoda konačnih elemenata i genetskih algoritama /3/ itd. U polju projektovanja konstrukcije pribora se može izdvojiti nekoliko pravaca istraživanja primene veštačke inteligencije: veštačke neuronske mreže [2, 8], zaključivanje na osnovu slučajeva [19, 21], ekspertni sistemi [4, 22] itd. Svaki od ovih prilaza ima svoje prednosti, ali i nedostatke.

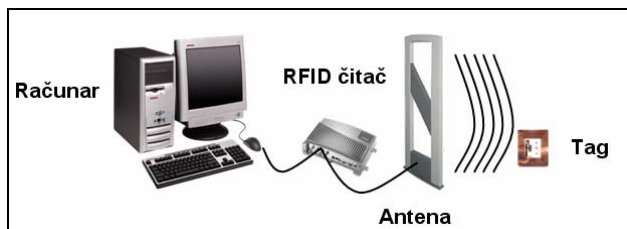
Kao što se iz navedenog vidi velika pažnja je posvećena procesu projektovanja konstrukcije pribora. Proces montaže i demontaže pribora je u potpunosti zanemaren. Prema objavljenim istraživanjima udeo vremena i troškova montaže i demontaže gotovih konstrukcija pribora varira od 5-20 % u zavisnosti od broja sastavnih elemenata i složenosti pribora. Ovakav odnos procenata ukazuje da se posebna pažnja mora posvetiti upravo procesu efikasne montaže i demontaže pribora sa ciljem povećanja produktivnosti i smanjenja ukupnih troškova proizvodnje [11].

RFID TEHNOLOGIJA

Radio Frequency Identification (RFID) predstavlja sistem za automatsko prikupljanje podataka koji omogućava prihvatanje i prenos podataka u okviru proizvodnih i poslovnih procesa, bežičnim putem, koristeći radio talase [6]. RFID tehnologija omogućava preduzećima da dodele jedinstvenu oznaku individualnim proizvodima ili resursima, kao što su mašine, alati i pribori. Pored toga ovu tehnologiju moguće je koristiti i u neindustrijskim okruženjima [16]. Od trenutka kada je proizvod/pribor proizveden, do momenta njegove eksploatacije ili demontaže RFID tehnologija omogućava identifikaciju u realnom vremenu u procesu isporuke i skladištenja ili bilo kojem drugom procesu u okviru preduzeća [13]. Upotrebom radio talasa, podaci se prihvataju i prenose bežičnim putem od i do proizvodne i poslovne aktivnosti u realnom

vremenu. Ovaj jedinstveni način označavanja je prilagođen tako da informacije o proizvodu/priboru korespondiraju informacijama u bazi podataka kompanije ili host sistema [17]. Korišćenjem RFID tehnologije proizvode i opremu uključujući i pribore moguće je pratiti uz minimalnu ljudsku intervenciju. Ova činjenica potencijalno može uticati na smanjenje operativnih troškova i vidljivost u kompletnom životnom ciklusu ne samo proizvoda već i pribora u realnom vremenu.

RFID sistem sastoji se od: računara (ili PLC-a), RFID čitača, antene i transpondera - taga (slika 1). Antena se koristi za pojačavanje signala koji odašilje čitač ka tagu i signala koji tag vraća čitaču, čime se i povećava domet čitanja taga. RFID čitač predstavlja fiksni ili prenosni uređaj koji može da aktivira i prikuplja signale koje odašilju tagovi. On se sastoji od napajanja, antene i štampane ploče i predstavlja uređaj čije su primarne funkcije prijem i slanje RF signala od strane tagova korišćenjem antene. Naredbe definisane odgovarajućim softverom čitač prima od računara ili PLC-a. Upravljačka jedinica koja se nalazi u čitaču izvršava primljene naredbe [5, 11].



Slika 1. Osnovne komponente RFID sistema

Čitač je moguće ugraditi u neki drugi uređaj (npr. mobilni telefon). Čitači se razlikuju po dometu koji ostvaruju, odnosno frekvenciji na kojoj rade. Kao i tagovi, postoje čitači sa malim dometom (do nekoliko centimetara), srednjim dometom (do 1 metar), većim dometom (do nekoliko desetina metara ali uz dodatnu antenu). Pored navedenih postoje i čitači koji sadrže potencijometar za podešavanje dometa [5, 18].

Tagovi se sastoje od mikročipa (koji sadrži podatke u vidu brojeva ili slova koji služe za prepoznavanje proizvoda/pribora), antene (bakarna žica - kalem) i opcionog izvora napajanja (kao što je baterija) [24]. Mogu se naći u raznim oblicima: u vidu privjeska raznih oblika, okrugle ili kvadratne pločice, magnetne kartice, ili u nekom drugom obliku u zavisnosti od njegove primene (Slika 2). Posebnu vrstu tagova čine nalepnice (*smart label*) koje se mogu postaviti

na paletu ili bilo koji proizvod/pribor/mašinu/alat ili ugraditi u neki od njih.



Slika 2. Različiti oblici RFID tagova

Prema vrsti napajanja koju koriste, tagovi se mogu podeliti na: aktivne, polu-pasivne i pasivne [14].

Aktivni tagovi imaju svoj izvor napajanja u vidu baterije. Baterija im omogućava neprekidno slanje signala ka čitaču. Stoga ovi tagovi imaju mnogo veći domet od pasivnih i polu-pasivnih tagova. Međutim, vek trajanja baterije je ograničen na maksimalno deset godina. Da ne bi došlo do potrošnje baterije pre isteka tog roka aktivni tag šalje signal čitaču u prethodno definisanim intervalima. Ovi tagovi su malo većih dimenzija od ostale dve vrste tagova, ali imaju znatno veći domet - do nekoliko desetina metara. Zbog postojanja baterije cena ovih tagova je znatno veća od cene pasivnih i polupasivnih. Zbog visoke cene aktivni tagovi se uglavnom koriste za praćenje vredne robe i/ili praćenje robe na velikoj udaljenosti.

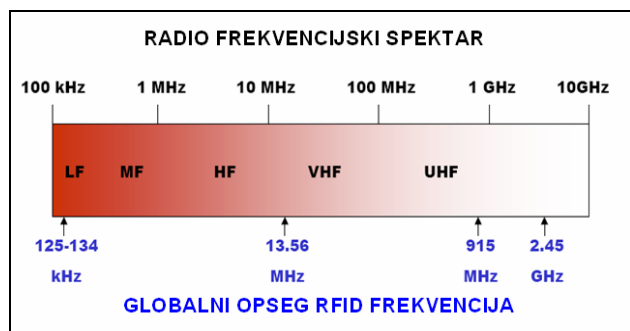
Polu-pasivni tagovi imaju bateriju koja napaja čip koji se nalazi u njima, ali da bi ostvarili komunikaciju sa čitačem potrebna im je dodatna energija koju dobijaju od čitača kada se nađu u njegovom dometu.

Pasivni tagovi ne sadrže bateriju (nemaju svoje napajanje) već za komunikaciju sa čitačem koriste energiju koju odašilje sam čitač kada se nađu u njegovom dometu. Za razliku od aktivnih tagova pasivni tagovi nisu stalno aktivirani, već se aktiviraju tek kada se nađu u polju koje stvara čitač odašiljući RF talase odgovarajuće frekvencije. Pasivni tagovi su manjih dimenzija od aktivnih tagova, jer ne sadrže bateriju. Takođe, domet pasivnih tagova je znatno manji od aktivnih i iznosi do pola metra. Cena ovih tagova je mnogo niža od cene aktivnih tagova, jer je visoka cena aktivnih tagova uslovljena postojanjem baterije, koju pasivni tag nema.

Pasivni tagovi su uglavnom „read only“ što znači da se informacija unesena u njihovu

memoriju može samo pročitati, ali ne i izmeniti. Aktivni tagovi mogu biti i „read-write“ što znači da se na tag mogu upisivati dodatni podaci (pored serijskog broja koji je fabrički unesen i ne može se izmeniti) o proizvodu/priboru korišćenjem računara. Takođe postoji i „write once read many“ vrsta tagova gde se željeni podatak može uneti samo jednom, ali se može čitati više puta.

U zavisnosti od primene RFID sistema, pri rešavanju nekog problema, vrši se odabir odgovarajućih komponenti sistema. Pri izboru komponenti se svakako mora obratiti pažnja na frekvenciju na kojoj rade komponente (Slika 3). Većina zemalja uglavnom ima frekvencije, koje su rezervisane za rad RFID sistema.



Slika 3. Radne frekvencije namenjene RFID sistemima

Kad RFID tag prođe kroz operativni domet čitača on detektuje njegov aktivacioni signal. Čitač zatim dekodira podatke koji su kodirani u integrisanom kolu taga i podatak se prenosi računaru na obradu. Do sada se uglavnom, za automatsku identifikaciju proizvoda, koristila bar kod tehnologija, čija primena ima mnogo nedostataka, kao što su:

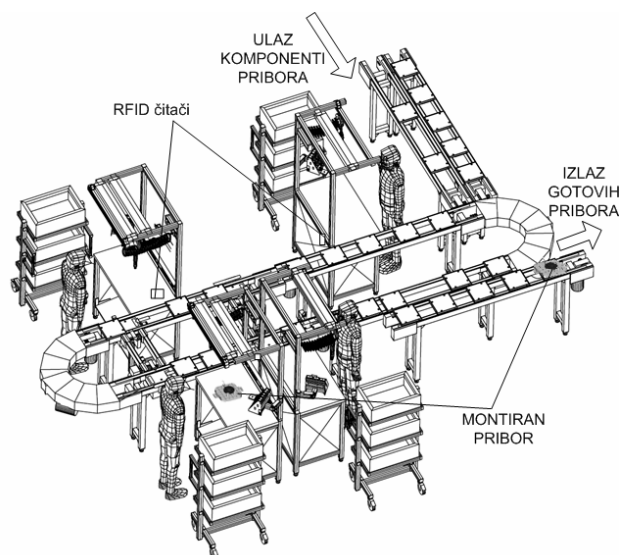
- Čitanje bar kodova zahteva angažovanje operatera, koji bi pomerao proizvod/pribor pored čitača ili pomerao mobilni čitač do proizvoda/pribora. Ovakav vid rada iziskuje angažovanje većeg broja radnika;
- Barkod ne sme na sebi imati bilo kakve nečistoće, jer ukoliko one postoje očitavanje može biti sa greškama. Ovo uslovljava ne mogućnost njegove primene u industrijskim sistemima, gde postoji zaprljanost od ulja i drugih nečistoća (tehnologija proizvodnje);
- Bar kod nalepnice često je veoma teško postaviti na palete ili proizvode/pribore;
- Najveći nedostatak barkoda ogleda se u sledećem: ukoliko je potrebno promeniti identifikaciju (ID) ili informaciju, na paleti ili proizvodu/priboru, koja treba biti iščitana mora se koristiti nova bar kod nalepnica, što

iziskuje veći utrošak materijala i vremena za formiranje nove nalepnice.

Značajna prednost RFID sistema je što oni ne zahtevaju neposredan kontakt da bi ispravno funkcionisali [5]. Tagovi se mogu očitavati po bilo kakvim vremenskim uslovima kao što su sneg, magla, led, boja, prljavština i drugi teški uslovi, koji uglavnom postoje u industrijskim okruženjima. RFID tagovi se takođe mogu vrlo brzo očitati, u većini slučajeva odziv je kraći od 100 milisekundi. Nova generacija čitača ima sposobnost da istovremeno očitava više tagova. Tako se čitava oblast skladištenja može očitati odjednom umesto da se svaki objekat skenira pojedinačno.

POSTAVKA RFID SISTEMA

Primer primene RFID tehnologije prikazan je na slikama 4 i 5 Data koncepcija sistema može se koristiti kako za proces montaže, tako i za proces demontaže pribora u cilju povećanja stepena fleksibilnosti i stepena iskorišćenja postavljenog sistema. Na istim tehnološkim sistemima može se vršiti i montaža i demontaža pribora, a sve u skladu sa potrebama tehnološkog postupka trenutno pristiglog pribora na odgovarajuće radno mesto.



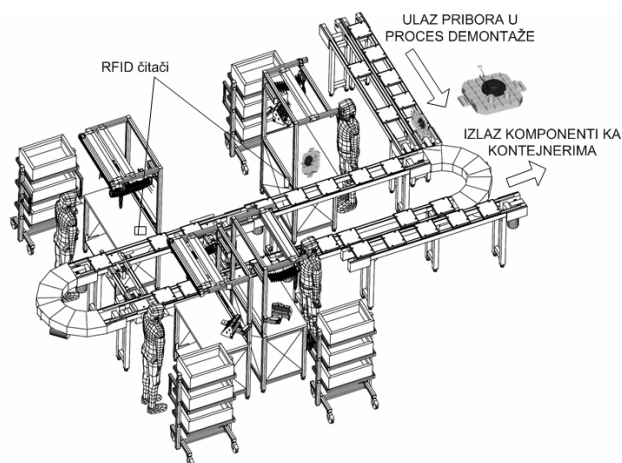
Slika 4. Primena RFID u procesu montaže pribora

Primer montaže prikazan je na slici 4 i odvija se na sledeći način: pokretnom trakom dolaze delovi koji na sebi nose RFID tag. RFID tag sa UID (*Unique Identifier*) jedinstvenim identifikatorom se po dolasku na prvo radno mesto iščitava putem RFID čitača. Iščitani UID se upoređuje sa UIDom iz baze podataka, nakon čega se iz baze podataka «povlači» niz instrukcija tehnološkog postupka montaže u

vidu vizuelne prezentacije na monitoru ispred radnika. Instrukcije su date sekvencijalno i one se aktiviraju uzimanjem odgovarajuće vrste alata, a po njegovom vraćanju na mesto aktivira se sledeći zahvat montaže. Ako se neki zahvat izvršava bez alata, onda se iniciranje sledeće instrukcije vrši ručno. Po završenoj operaciji (nizu zahvata) predviđenoj za to radno mesto niz instrukcija se završava. Pribor se potom odlaže na traku, gde se sada na nekoj od sledećih radnih mesta po očitavanju signala sa RFID taga vrši identifikacija (prepoznavanje) pribora. Ako pribor treba da se obradi na tom radnom mestu, uključuje se signalno svetlo i radnik uzima pribor sa trake. Dalje se proces nastavlja kao i na predhodnoj operaciji sa nizom instrukcija predviđenih za to radno mesto i dati pribor. Ukoliko su sva radna mesta zauzeta pribor kruži na traci sve do trenutka dok se neko od njih ne oslobodi. RFID tag sve vreme se nalazi na baznom delu. Tako pripremljen pribor odlazi pokretnom trakom do niza mašina koje vrše mašinsku obradu. Pored svake mašine nalazi se RFID čitač koji iščitava podatke sa RFID taga koji se nalazi na baznom delu pribora. Upoređivanjem podataka iščitanih sa taga i podataka iz baze podataka o pristiglom priboru donosi se odluka da li je pristigli pribor namenjen mašini ili ne. Ukoliko jeste, uključuje se signalna sijalica, podatak o odgovarajućoj mašini upisuje se u bazu podataka o priboru i preuzima od strane radnika nakon čega se montira na mašinu. Ukoliko nije, pribor se šalje dalje pokretnom trakom i kruži do trenutka preuzimanja od strane radnika na odgovarajućoj mašini. Nakon upotrebe pribora, u RFID tag se upisuje podatak o korišćenju pribora i on se šalje, pokretnom trakom do sistema za demontažu. Ukoliko je pribor moguće koristiti i na nekoj drugoj mašini, bez izmena elemenata pribora (o tome postoji podatak u RFID tagu) pribor se šalje pokretnom trakom do sledeće mašine, gde se postupak identifikacije, iščitavanja podataka i upisa podataka ponavlja na isti način kao što je prethodno objašnjeno.

Primer postupka demontaže prikazan je na slici 5 i odvija se na sledeći način: Na radnu stanicu pristižu pribori sa čijih RFID tagova se vrši iščitavanje podataka i izbor varijante strategije za dati pribor, u skladu sa ponuđenim strategijama koje su zapisane u RFID tag. Izabrana strategija upisuje se u RFID tag. Potom se pribor odlaže na transportnu traku odakle kreće u proces demontaže. Čitač RFID tagova pored strategija, preuzima UID sa taga i iz baze podataka «povlači» niz instrukcija tehnološkog

postupka demontaže u vidu vizuelne prezentacije na monitoru ispred radnika. Instrukcije su date sekvencijalno i aktiviraju se uzimanjem odgovarajuće vrste alata, a po njegovom vraćanju na mesto aktivira se sledeći zahvat demontaže. Ako se neki zahvat izvršava bez alata, onda se iniciranje sledeće instrukcije vrši ručno. Po završenoj operaciji (nizu zahvata) predviđenoj za to radno mesto niz instrukcija se završava. Pribor se potom odlaže na traku, gde se sada na nekom od sledećih radnih mesta po očitavanju signala sa RFID taga vrši identifikacija (prepoznavanje) pribora i ukoliko pribor treba da se obradi na tom radnom mestu, uključuje se signalno svetlo i radnik uzima pribor sa trake. Dalje se proces nastavlja kao i na predhodnoj operaciji sa nizom instrukcija predviđenih za to radno mesto i dati pribor. Ukoliko su sva radna mesta zauzeta pribor kruži na traci sve do trenutka dok se neko od njih ne oslobodi.



Slika 5. Primena RFID u procesu demontaže pribora

Ukoliko se na nekoj od radnih mesta vrši demontaža neke komponente koji se prema strategijama za selekciju [9] može ponovo koristiti, onda se na tom radnom mestu na tu komponentu postavlja RFID tag, pri čemu se upisuju podaci o prethodnom korišćenju komponente. Postavljanjem komponente sa RFID tagom na traku vrši se njen transport do mesta gde se proizvod (po očitavanju podataka sa RFID taga) preusmerava ka skladištu komponenti za ponovnu upotrebu, putem iste trake za izlaz gotovih proizvoda, kao što je slučaj kod procesa montaže, s tom razlikom što se umesto u proces mašinske obrade, komponente usmeravaju ka odgovarajućim kontejnerima.

Komponente za koji je odabrana strategija rekonstrukcije, kreću se na paleti transportne trake do odgovarajućeg kontejnera, nakon čega

se kontejner prenosi do skladišta za rekonstrukciju proizvoda.

Materijali koji idu na reciklažu (tzv. sekundarni materijali), sa trake se preusmeravaju u odgovarajuće kontejnere za sekundarni materijal.

REZULTATI

Verifikacija predloženog sistema je izvršena u laboratorijskim uslovima. U cilju dobijanja relevantnih podataka. Kompletno istraživanje je sprovedeno na primerima koji odgovaraju uslovima u industrijskoj proizvodnji. Neposredno pre verifikacije je urađena detaljna analiza sistema. Detektovani su pribori sa operacijama koje je potrebno realizovati u cilju njihove montaže, odnosno demontaže. Pored toga analizirane su moguće strategije za selekciju odabranih pribora, odnosno njihovih elemenata. Verifika-

cija je sprovedena na ukupno 44 pribora, pri čemu ih je moguće grupisati prema primenljivosti u određenoj operaciji obrade i istim zahvatima koji se odvijaju u toku procesa montaže/demontaže i to na sledeći način:

- Grupa 1 sadrži 13 konstrukcija pribora za operacije bušenja rupa/otvora na radnim predmetima;
- Grupa 2 sadrži 9 konstrukcija pribora za operacije brušenja površina na radnim predmetima;
- Grupa 3 sadrži 8 konstrukcija pribora za operacije struganja površina na radnim predmetima;
- Grupa 4 sadrži 14 konstrukcija pribora za operacije glodanja površina na radnim predmetima.

Tabela 1: Rezultati verifikacija sistema u laboratorijskim uslovima

Proces	Grupe pribora			
	Grupa 1	Grupa 2	Grupa 3	Grupa 4
Prosečno vreme montaže pribora (min/priboru) pri ručnoj identifikaciji	39,52	44,72	53,56	43,68
Prosečno vreme montaže pribora (min/priboru) pri identifikaciji korišćenjem RFIDa	36,75	40,70	51,95	34,51
Prosečno vreme demontaže pribora (min/priboru) pri ručnoj identifikaciji	44,44	53,98	67,12	52,12
Prosečno vreme demontaže pribora (min/priboru) pri identifikaciji korišćenjem RFIDa	41,77	50,74	61,08	46,91

Nakon sprovedenih istraživanja dobijeni su rezultati prikazani u tabeli 1. Na bazi dobijenih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

- za Grupu 1 pribora, razlika prosečnog vremena montaže pribora pri ručnoj identifikaciji i pri identifikaciji korišćenjem RFID tehnologije iznosi oko 7% u korist identifikacije putem RFID tehnologije. Kod demontaže je slična situacija s tim što je prosečno vreme demontaže korišćenjem RFID tehnologije oko 6% kraće u odnosu na ručnu identifikaciju,
- za Grupu 2 pribora, razlika prosečnog vremena montaže pribora pri ručnoj identifikaciji i pri identifikaciji korišćenjem RFID tehnologije iznosi oko 9% u korist identifikacije putem RFID tehnologije. Kod demontaže je slična situacija s tim što je prosečno vreme demontaže korišćenjem RFID

tehnologije oko 6% kraće u odnosu na ručnu identifikaciju,

- za Grupu 3 pribora, razlika prosečnog vremena montaže pribora pri ručnoj identifikaciji i pri identifikaciji korišćenjem RFID tehnologije iznosi oko 3% u korist identifikacije putem RFID tehnologije. Kod demontaže je slična situacija s tim što je prosečno vreme demontaže korišćenjem RFID tehnologije oko 9% kraće u odnosu na ručnu identifikaciju,
- za Grupu 4 pribora, razlika prosečnog vremena montaže pribora pri ručnoj identifikaciji i pri identifikaciji korišćenjem RFID tehnologije iznosi oko 21% u korist identifikacije putem RFID tehnologije. Kod demontaže je slična situacija s tim što je prosečno vreme demontaže korišćenjem RFID tehnologije oko 10% kraće u odnosu na ručnu identifikaciju.

ZAKLJUČCI

Ovakvom koncepcijom sistema obezbeđuje se potpuna kontrola svih tokova materijala koji su vezani ne samo za proizvodni proces, već i za njegovo okruženje. Pored toga dostupni su detaljni podaci o broju pribora koji idu na montažu, demontažu, elementima pribora koji se mogu ponovo koristiti (koji su u skladištu ili na putu ka njemu), elementima pribora koje se mogu rekonstruisati, količinama i vrstama materijala za reciklažu (vrstama i količinama sekundarnih materijala).

Na osnovu rezultata verifikacije sistema u laboratorijskim uslovima može se primetiti da odnos procenata varira čak u pojedinim slučajevima i za više od 20%, ali uvek u korist identifikacije putem RFID tehnologije što govori o opravdanosti korišćenja o RFID tehnologije u navedenim primerima. Ono što je potrebno uraditi jeste ekonomska analiza opravdanosti uvođenja RFID tehnologije u sisteme za montažu/demontažu pribora.

Pored toga, sistem koji je na ovaj način projektovan ima povećan stepen fleksibilnosti u smislu mogućnosti prihvatanja i obrade različitih vrsta pribora, kao i drugih proizvoda.

Jedan od osnovnih problema u radu ovakvog sistema za montažu/demontažu jeste u kontinuitetu dolaska jedne te ista vrste pribora, osim ako se strateški ne planira takav način rada sistema.

Kao konačni zaključaj može se izvesti sledeće: postavljeni i testirani sistem dao je zadovoljavajuće rezultate za različite tipove pribora koji su grupisani prema sličnosti zahvata montaže/demontaže. On omogućava skraćivanje vremena trajanje postupaka montaže/demontaže čime se direktno utiče na povećanje produktivnosti procesa.

LITERATURA

- /1/ Aleksić-Marić, V., Stojanović, D.: *Rješavanja sigurnosnih rizika u elektronskom poslovanju i informaciona ekonomija*, Časopis Istraživanja i projektovanja za privredu 16 - 2007, pp. 53-61.
- /2/ Cai-qi, H., Zhong-qin, L., Xin-min, L.: *Concept design of checking fixture for auto-body parts based on neural networks*, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 30(5-6), pp.574-577, 2006.
- /3/ Chen, W., Ni, L., Xue, J.: *Deformation control through fixture layout design and clamping force optimization*, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 38(9-10), pp. 860-867, 2008.
- /4/ Dai, J., Nee, A. Y. C., Fuh, J. Y. H.: *An approach to automating modular fixture design and assembly*, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B Journal of engineering manufacture 211(7), pp. 509-521, 1997.
- /5/ Gunther, O., Kletti, W, Kubach, U.: *RFID in Manufacturing*, Springer Berlin Heidelberg, p.163, 2008.
- /6/ Hunt, D., Puglia, A., Puglia, M.: *RFID-A Guide to Radio Frequency Identification*, Wiley-Interscience, p. 214, 2007.
- /7/ Kaya, N.: *Machining fixture locating and clamping position optimization using genetic algorithms*, Computers in Industry 57(2), pp. 112-120, 2006.
- /8/ Kumar, A. S., Subramaniam, V., Teck, T. B.: *Conceptual design of fixtures using machine learning techniques*, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 16(3), pp. 176-181, 2000.
- /9/ Lazarevic, M., Ostojic, G., Jocanovic, M., Rakic-Skokovic, M., Cosic, I., Stankovski, S.: *Product disassembly quality according to selection scenario*, Annals of DAAAM for 2007 & Proceedings of the 18th International DAAAM Symposium-Intelligent Manufacturing & Automation: Focus on Creativity, Responsibility, and Ethics of Engineers, pp. 419-421, 24-27 October, Zadar, Croatia, 2007.
- /10/ Liu, S. G., Zheng, L., Zhang, Z. H., Li, Z. Z., Liu, D. C.: *Optimization of the number and positions of fixture locators in the peripheral milling of a low-rigidity workpiece*, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 33(7-8), pp. 668-676, 2007.
- /11/ Nee, A. Y. C., Tao, Z. J., Kumar, A. S.: *An Advanced Treatise on Fixture Design and Planning*, World Scientific, p. 248, 2004.
- /12/ Ognjanović, M.: *Design in Mechanical Engineering - Multidisciplinary approach*, Časopis Istraživanja i projektovanja za privredu 20 - 2008, pp. 15-22.

- /13/ Ostojic, G., Jovanovic, V., Stevanov, B., Stankovski, S., Cosic, I.: *Collaborative Design in the Assembly Systems*, Digital Enterprise Technology: Perspectives and Future Challenges, 3rd International CIRP Conference on Digital Enterprise Technology (DET '06), Setubal, Portugal, pp. 217-224, 2007.
- /14/ Ostojic, G., Lazarevic, M., Jovanovic, V., Stankovski, S., Cosic, I.: *RFID Tehnology Use In Assembly and Disassembly Processes*, Journal for Fluid Power, Automation and Mechatronics-Ventil 6(12), pp. 385-389, 2006.
- /15/ Ostojic, G., Lazarevic, M., Stankovski, S., Cosic, I., Radosavljevic, Z.: *Radio Frequency Identification Technology Application in Disassembly Systems*, Strojnicki Vestnik-Journal of Mechanical Engineering 54(11), pp. 759-767, 2008.
- /16/ Ostojic, G., Stankovski, S., Lazarevic M.: *Implementation of RFID Technology in Parking Lot Access Control System*, Proceedings of 1st Annual RFID Eurasia Conference, pp. 49-53, 5-7 September, Istanbul, Turkey, 2007.
- /17/ Rakic-Skokovic, M., Ostojic, G., Lazarevic, M., Stankovski, S.: *Improving Business Processes with RFID Technology*, Annals of DAAAM for 2008 & Proceedings of The 19th International DAAAM Symposium - Intelligent Manufacturing & Automation: Focus on Next Generation of Intelligent Systems and Solutions, pp. 1167-1168, 22-25 October, Trnava, Slovakia, 2008.
- /18/ Schuster, W. E., Allen, J. S., Brock, L. D.: *Global RFID*, Springer Berlin Heidelberg, p. 310, 2007.
- /19/ Sun, S. H., Chen, J. L.: *Knowledge representation and reasoning methodology based on CBR algorithm for modular fixture design*, Journal of the Chinese Society of Mechanical Engineers 28(6), pp. 593-604, 2007.
- /20/ Vallapuzha, S., DeMeter, E. C., Choudhuri, S., Khetan, R.P.: *An investigation into the use of spatial coordinates for the genetic algorithm based solution of the fixture layout optimization problem*, International Journal of Machine Tools and Manufacture 42(2), pp. 265-275, 2002.
- /21/ Vukelić, Đ., Hodolič, J.: *Razvoj sistema za projektovanje pribora za mašinsku obradu upotrebom zaključivanja na osnovu slučaja*, Časopis Istraživanja i projektovanja za privredu 6(22), pp. 39-48, 2008.
- /22/ Wu, Y., Rong, Y., Chu, T. C.: *Automated generation of dedicated fixture designs*, International Journal of Computer Applications in Technology 10(3-4), pp. 213-35, 1997.
- /23/ Zheng, Y., Rong, Y., Hou, Z.: *The study of fixture stiffness part I: a finite element analysis for stiffness of fixture units*, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 36(9-10), pp. 865-876, 2008.
- /24/ Zhou, S., Ling, W., Peng, Z.: *An RFID-based remote monitoring system for enterprise internal production management*, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 33 (7-8), pp. 837-844, 2007.