

AUTOMATIZACIJA PROCESA MEHANIČKOG SPAJANJA METALNIH SEGMENTATA

AUTOMATION OF THE PROCESS OF MECHANICAL RIVETING

Mladen Jančić, Vladimir Popović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ELEKTROTEHNIKA I RAČUNARSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu analiziran je proces industrijske automatizacije mehaničkog spajanja metalnih segmenata. Sistematska automatizacija postala je jedna od glavnih tema vezanih za poslovanje i šira ekonomska pitanja. Sa naprednim razvojem tehnologije u drugoj polovini 20. veka i početkom 21. veka, nalazi se poslovni svet koji sve više eliminiše tradicionalne uloge radnika u zamenu za sve više automatizovanih poslovnih procesa. Robotizovani industrijski uređaji zamenjuju radnike u velikom broju ili skoro u potpunosti čime se uvećava efikasnost proizvodnog procesa.

Ključne reči: industrijska automatizacija, PLC, spajanje metalnih segmenata;

Abstract – In this paper, the application of automation in industry is analyzed in the example of the process of mechanical joining of metal segments. Systematic automation has become one of the main topics related to business and broader economic issues. With the advanced development of technology in the second half of the 20th century and the beginning of the 21st century, there is a business world that is increasingly eliminating the traditional roles of workers in exchange for more and more automated business processes. Robotized industrial devices replace workers in large numbers or almost completely enhancing the production process efficiency.

Keywords: industrial automation, PLC, riveting;

1. UVOD

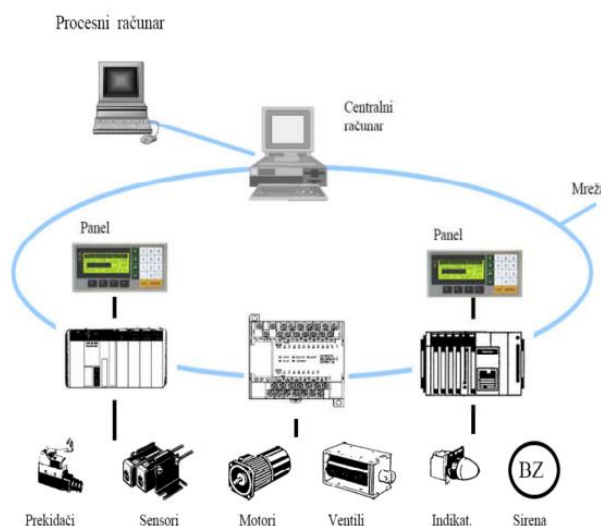
Uopšteno, sistem upravljanja u elektrotehnici čini skup elektronskih uređaja i opreme koji obezbeđuju stabilnost, tačnost i eliminaciju štetnih prelaznih stanja u proizvodnim procesima. Programabilni logički kontroler (PLC) može se definisati kao mikroracunar zasnovan na kontroleru koji koristi uskladištene instrukcije u programabilnoj memoriji u cilju implementacije logike, redosleda, tajminga, brojanja i aritmetičkih funkcija kroz digitalne ili analogne ulazno/izlazne (I/O) module, za kontrolu mašina i procesa, prikazano na Slici 1.

Postoje značajne prednosti upotrebom PLC-a nego konvencionalnih releja, tajmera, brojača i drugi žičanih komponenti za kontrolu. Te prednosti uključuju [1]:

- programiranje PLC-a je lakše nego ožičenja kontrolnog panela releja;

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio docent dr Vladimir Popović.



Slika 1. PLC i ostale komponente

- PLC može da se reprogramira, a dok kod konvencionalne kontrole mora da se obavlja novo ožičenje ili da se menja kompletan panel;
- PLC zauzima mnogo manje prostora nego relejni kontrolni paneli;
- pouzdanost je veća, a održavanje je jednostavnije;
- PLC može biti povezan sa računarskim sistemima lakše od releja
- PLC može da obavlja više različitih funkcija kontrole nego što to može relej.

2. TEORIJA AUTOMATIZACIJE

Automatizacija je tehnologija koja se odnosi na primenu mehaničkih, elektronskih i računarskih sistema u radu i upravljanju proizvodnjom. Automatizacija se uvodi radi :

- povećanje radne produktivnosti,
- smanjenje troškova radnika,
- otklanjanje radnih nedostataka radnika,
- smanjenje rutinskih kancelarijskih i fizičkih poslova,
- unapređenje bezbednosti radnika,
- unapređenje kvaliteta proizvoda,
- optimizacija vremena proizvodnje,
- realizacija teško izvodljivih operacija.

Automatizacija uključuje [2]:

- računarske sisteme za planiranje, prikupljanje podataka i odlučivanje u proizvodnji,

- upravljanje sa povratnom spregom i računarsko upravljanje procesom,
- automatske sisteme pregleda za kontrolu kvaliteta,
- automatske sisteme unutrašnjeg transporta i skladištenja,
- industrijske robote,
- automatske mašine alatljike za obradu delova,
- automatske montažne mašine.

Robotska automatizaciju procesa predstavlja primenu tehnologije, vođenu poslovnom logikom i strukturiranim ulazima, usmerenu na automatizaciju poslovnog procesa, a sredstva koja robotska automatizacija procesa pruža preduzeću mogu koristiti od strane tog istog preduzeća za konfigurisanje softvera, odnosno robota, koji sam prikuplja i tumači aplikacije za obradu radnji, podataka, transakcija, odgovora i komunikaciju sa ostatkom sistema. Robotska automatizacija procesa je u nekom smislu, onaj koji se najviše vidi u poslu. Sam koncept se efektivno oslanja na taj način rada u kojem se sve više osnovnih radnji koje se ponavljaju, odnosno pojedinačni delovi poslovnog procesa, zamenjuju potpuno automatizovanim „radnikom“, čiji rad isključuje ljudsku ulogu iz posla u slučaju generičkog radnje.

Pametne fabrike se mogu opisati kao industrijska postrojenja koja su, kroz međusobno povezane sisteme, u stanju da kombinuju i sastave kontekstualno osetljive odgovore na zahteve za pomoć u radu osoblja i mašina. U stvari, „pametna fabrika“ je tradicionalni fabrički pogon u kome se sistemsko upravljanje, odnosno pružanje podrške i nadzora procesa integriše na sveobuhvatnom nivou kroz informacioni sistem

U okviru kognitivnog računarstva nalazi se specijalizacija dizajna veštačke inteligencije u oblasti upravljanja znanjem, gde se veštačka inteligencija koristi za obavljanje prilagođene masovne obrade podataka, prepoznavanja obrazaca i analize, prepoznavanja i replikacije karakteristika ljudskog jezika, sve sa ciljem stvaranja veštačke inteligencije koja je sposobna ne samo da reaguje na promene situacije, već i da može da donosi poslovne odluke na nivou cele organizacije.

Agresivna primena kognitivnog računarstva takođe ima veliki uticaj na postojeću ekonomiju, što on opisuje kao poremećaj izazvan kognitivnim računarstvom. Ovo se prvenstveno odnosi na uticaj automatizacije na lako automatizovane poslove. Aktivnosti kao što su vožnja motornih vozila, pružanje pravnih usluga i zdravstvena zaštita su u opasnosti od značajnih radikalnih promena kao rezultat primene kognitivnog računarstva u upravljanju.

Pretpostavlja se da je u ovim oblastima udeo odgovornosti za aktivnosti pojedinih radnih mesta prenet na automatizovane sisteme u rasponu od 35% do 50%. U osnovi, poput masovne implementacije automatizacije, uvođenje veštačke inteligencije ili kognitivnog računarstva u procese upravljanja znanjem može kritično da promeni stanje organizacije. Od suštinskog je značaja da dizajneri sistema i menadžment pravilno analiziraju uticaj automatizacije i naprave ispravnu procenu koja

može predvideti kako veštačka inteligencija u upravljanju znanjem može zapravo da promeni ponašanje organizacije koju posmatraju, [3].

3. MEHANIČKO SPAJANJE METALNIH DELOVA - RIVETOVANJE

Proučavanje procesa pričvršćivanja i spajanja je složeno, ali vredno proučavanja zbog ekonomskih, strukturalnih, pouzdanih, sigurnosnih i strukturnih prednosti koje se mogu postići. To je takođe područje studija koje se stalno menja i stalno napreduje. Za uspešno spajanje dijelova i formiranje sklopa moraju se izvršiti četiri primarna zadatka [4]:

- Položaj dijelova jedan u odnosu na drugi. Površine moraju biti u kontaktu kako bi se uklonili svi stupnjevi slobode između dijelova osim onih koji se uklanjaju završnim elementima zaključavanja. Lokacija nije dovršena sve dok dio nije u potpunosti ograničen s obzirom na trenutke i prijevode.

- Prijenos servisnih opterećenja preko sučelja sklopa. To su obično iste značajke koje se koriste za oblikovanje lokacije, ali ne moraju biti. Međutim, moraju imati dovoljnu čvrstoću i krutost za prijenos opterećenja.

- Ako je potrebno, tolerancija dijelova i varijabilnost proizvodnje između dijelova moraju se apsorbirati upotrebom podmetača ili značajki usklađenosti. Ovo nije potrebno u svim sklopovima.

- Dodavanje značajki za zaključavanje kao što su zasuni za završetak međusobnog povezivanja dijelova.

Razlozi za odabir mehaničkog pričvršćivanja umesto zavarivanja mogu biti:

1. Jednostavnost zamene delova, popravka ili održavanje,
2. Jednostavnost izrade,
3. Dizajni koji zahtevaju pomične spojeve,
4. Dizajni koji zahtevaju pedesive spojeve.

4. OPIS POGONA ZA PROCES MEHANIČKOG SPAJANJA METALNIH SEGMENTA

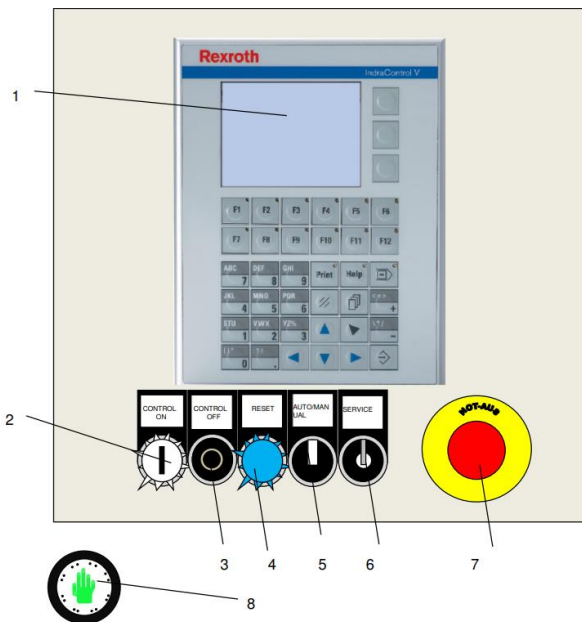
U okviru ovog poglavlja prikazaće se rad PLC kontrolera u okviru automatizovanog, robotizovanog procesa mehaničkog spajanja segmenata (*engl. mechanical riveting*), u kompaniji “Bosch” koja se nalazi u Šimanovcima. Izgled radne stanice automatizovanog, industrijskog sistema za spajanje metalnih delova prikazan je na Slici 2.



Slika 2. Radna stanica automatizovanog, robotizovanog sistema za rivetovanje kompanije „Bosch“ u Šimanovcima

4.1. Glavni panel za upravljanje procesom

Na slici 3 je prikazan opis kontrolera procesa, frekventnog pretvarača „Rexroth“ koji je razvila kompanija „Bosch“ u svrhe električne aktuacije robotizovanog sistema



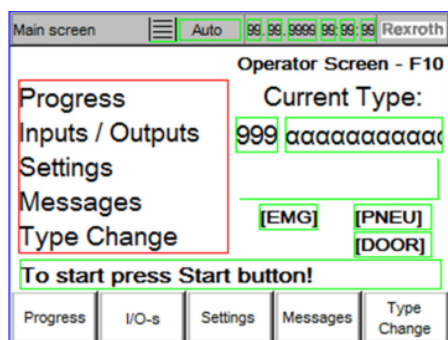
Slika 3. Opis kontrolnog panela za upravljanje procesom

Brojevi označeni na slici predstavljaju:

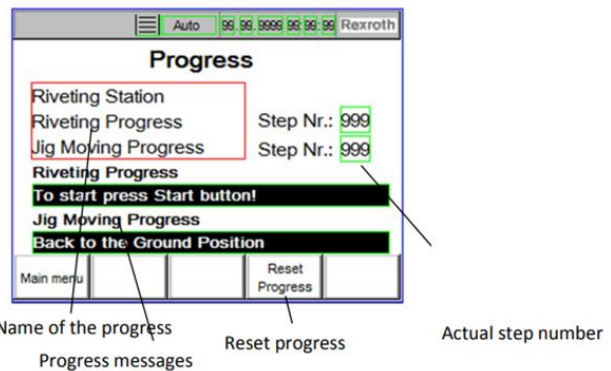
- Brojem 1 je označena radna jedinica (Rexroth IndraControl VCP 08 operating unit),
- Brojem 2 je označeno uključivanje kontrole (CONTROL ON white, push-button light),
- Brojem 3 je označeno isključivanje kontrole (CONTROL OFF black push-button),
- Brojem 4 je označeno dugme za resetovanje (ponavljanje) (RESET blue, push-button light),
- Brojem 5 je označeno dugme za automatsko (manuelno/ručno) uključivanje kontrole (AUTO/MANUAL dual-position select switch),
- Brojem 6 je prikazano dugme za servis (SERVICE key dual selector switch),
- Brojem 7 je označeno dugme za hitno zaustavljanje (EMERGENCY-STOP dual- position, ratchet push-button)
- Brojem 8 su prikazani tasteri za pokretanje postupka (Process start touchkeys).

4.2. Sistem menija stanice za rivetovanje

Nakon uključivanja stanice, korisnik će videti ekran prikazan na slici 4.

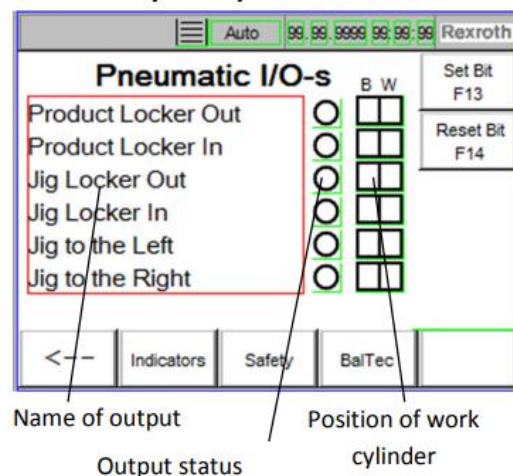


Slika 4. Glavni meni stanice za rivetovanje



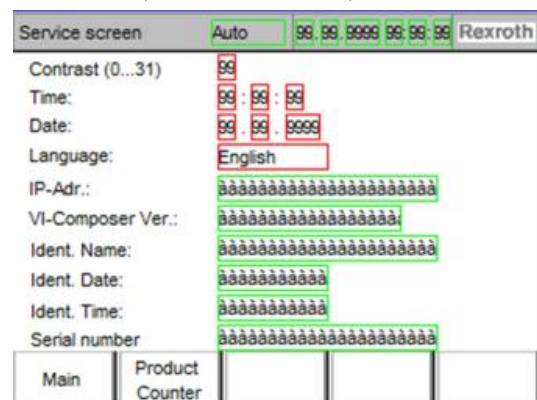
Slika 5. Koraci procesa

Na Slici 5 prikazani su svi relevantni koraci procesa, kao i izgled stanja procesa u početnoj fazi rivetovanja i pomeranja sistema.



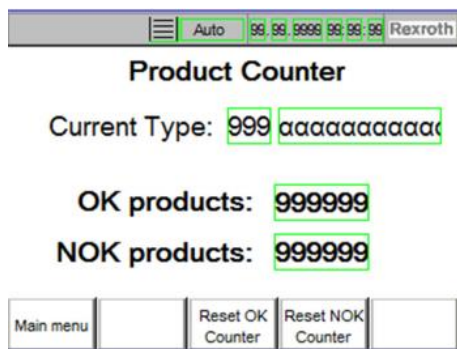
Slika 6. Ulazi/Izlazi

Slika 6 daje uvid u stanja pneumatskih ulazno–izlaznih pinova od interesa u toku procesa rivetovanja, dok je na Slici 7 dat prikaz servisnog ekrana za podešavanje jezika, kontrasta ekrana, vremena i datuma, IP adrese...

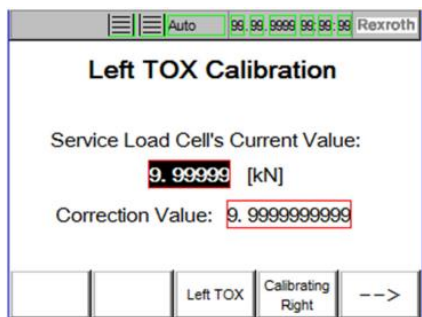


Slika 7. Servisni ekran za podešavanje

Kontroloru procesa je obezbeđeno praćenje broja uspešno zakovanih metalnih segmenata (labela *OK products*) kao i brojačano stanje škart delova (labela *NOK product*), prikazano na Slici 8. Ukoliko postoji potreba za rekalkibracijom sile koja se koristi za deformaciju riveta, koristi se panel sa Slike 9, sa poljem za unos sile u *kN*.



Slika 8. Brojci za proizvode – zakovane metalne segmente

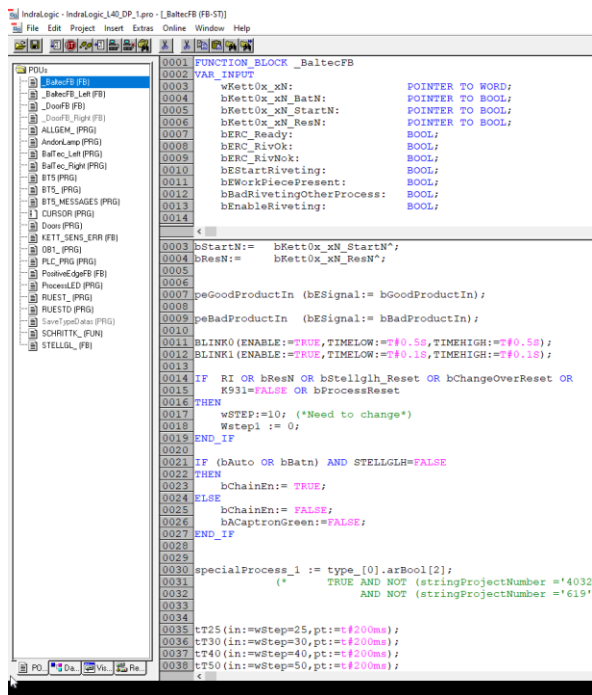


Slika 9. Kalibracija sile pritiska

5. PROGRAMIRANJE PLC

U svrhe programiranja konkretnog PLC sistema, koristi se specijalizovano softversko okruženje IndraWorks.

U okviru ovog okruženja, razvija se tekstualni kod koji obezbeđuje visoku fleksibilnost prilikom programiranja i manipulacijom resursa PLC-a. Okruženje dodatno omogućuje i grafičko podešavanje hardvera sistema, čime se olakšava proces inicijalizacije programa. Primer odsečka programskog koda za proces rivetovanja je prikazan na Slici 10.



Slika 10. Programiranje u softverskom okruženju IndraWorks

6. ZAKLJUČAK

U ovom radu analizirana je primena PLC-a u okviru automatizovanog, robotskog sistema u procesu spajanja metalnih delova, tzv. rivetovanja. Automatizacija procesa mehaničkog spajanja metalnih segmenata predstavlja značajan korak ka povećanju efikasnosti i preciznosti proizvodnje. Ovaj proces obuhvata primenu različitih tehnika i tehnologija kako bi se osiguralo pouzdano i dosledno spajanje metalnih segmenata.

7. LITERATURA

- [1] Pfeiffer S., Robots, Industry 4.0 and Humans, or Why Assembly Work is More Than Routine Work, Academic Editors: António B. Moniz and Bettina-Johanna Krings, 25 February 2016; Accepted: 25 April 2016; Published: 3 May 2016
- [2] Aralica Z., Koncept pametne proizvodnje kao rezultat difuzije naprednih digitalnih tehnologija, 21. Konferencija RiM - zbornik znanstvenih radova; stranica 51 – 62, Pregledni znanstveni rad, 2020
- [3] Radaković N., Čosić I.: Osnove proizvodnih i uslužnih tehnologija, Radni materijal predavanja iz predmeta, FTN - Industrijsko inženjerstvo i menadžment, Novi Sad, 2007.
- [4] Kulak G., Fisher J., Struik J.: Guide to Design Criteria for Bolted and Riveted Joints – Second Edition, American Institute of Steel Construction, Chicago IL 60601, 2002.

Kratka biografija:

Mladen Jančić rođen je u Šapcu 1994. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Elektrotehnike i računarstva – Energetska elektronika i električne mašine odbranio je 2023.god.