

UPRAVLJANJE ROBOTSKIM ZGLOBOM U OTVORENOJ I ZATVORENOJ UPRAVLJAČKOJ PETLJI

Ermin Husak*, Isak Karabegović*, Milena Đukanović**

*Univerzitet u Bihaću, Tehnički fakultet Bihać, dr. Irfana Ljubijankića bb, 77 000 Bihać, Bosna i Hercegovina, erminhusak@yahoo.com, isak1910@hotmail.com

**Univerzitet Crne Gore, Elektrotehnički fakultet, Džordža Vašingtona bb., 81 000 Podgorica, R Crna Gora, djukanovicmilena@yahoo.com

Sažetak: Struktura ili mehanizam industrijskih robota se formira iz čvrstih članaka i zglobova koji načešće imaju jedan stepen slobode kretanje. Povezujući članke i zglobove formira se otvorena struktura robota koja da bi imala svoju funkciju minimalno mora imati tri stepena slobode kretanja a maksimalno do šest stepeni slobode. Relativnim zakretanjem svakog od zgloba otvoreni robotski mehanizam mijenja svoj oblik a na taj način i položaj krajnje tačke robotskog mehanizma na koju je postavljen end-effector ili prohvatanica što je i krajnji cilj. Upravljanje svakim zglobom je od presudne je važnosti za dovođenje prihvatnice u željenu tačku. U ovom radu ćemo predstaviti dva najčešća načina upravljanja zglobom robota tj. upravljanje robotskim zglobom u otvorenoj upravljačkoj petlji i zatvorenoj upravljačkoj petlji.

Ključne riječi : robot, upravljanje, regulacija, upravljačka petlja.

1. UVOD

Primjena mehatroničkih sistema se prije svega ogleda u automatizaciji procesa proizvodnje. Automatizaciju možemo definisati kao tehnologiju pomoću koje je izveden proces bez ljudske pomoći. Danas jedani od najreprezentativnijih automatskih mehatroničkih sistema su robotski sistemi. Inicijalni razvoj robotskih sistema je tekao kroz razvoj industrijskih robota (slika 1) koji se koriste u automatizaciji proizvodnih procesa, dok danas najveći uticaj na razvoj robotskih sistema ima razvoj servisne robotike, humanoidnih robota, autonomnih svemirskih robota i sl. [1,2,3].



Slika 1 Industrijski robot KUKA

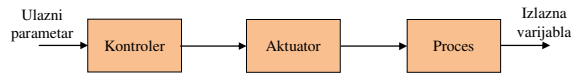
Iako, bitno je naglasiti, razvoj industrijske robotike nije zaustavljen. Primjer industrijskog robota novije izvedbe može se vidjeti na slici 2.



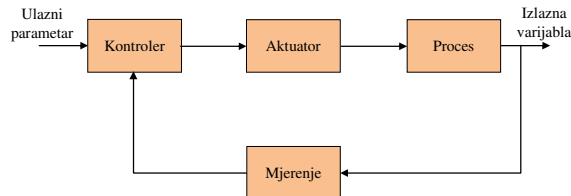
Slika 2 Dizajn idustrijskih robota nove generacije

Upravljanje u automatskim sistemima pa i u robotskim sistemima može biti upravljanje u zatvorenoj upravljačkoj petlji i upravljanje u otvorenoj upravljačkoj petlji. Sistemi u zatvorenoj upravljačkoj petlji zovemo još i zatvoreni sistemi automatskog upravljanja ili sistemi automatskog upravljanja sa povratnom spregom. To su sistemi gdje se izlazna varijabla upoređuje sa ulaznim parametrom, gdje se

bilo kakva razlika između ove dvije veličine koristi da se željena vrijednost na izlazu dobije djelovanjem na ulaz (slika 3 i slika 4).



Slika 3. Otvorena upravljačka petlja

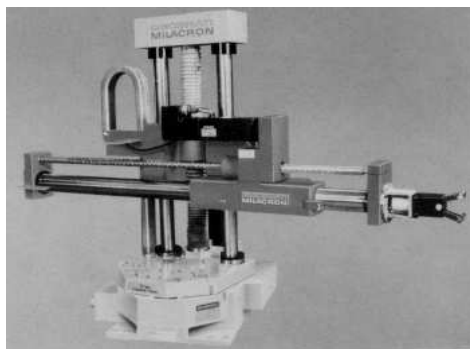


Slika 4 Zatvorena upravljačka petlja [4,5]

Kretanje prihvatnice robota se postiže pokretanjem svakog ili nekoliko zglobova koje čine robot za tačno određenu vrijednost. Ovi zglobovi konstrukcijski mogu biti translatorski i rotacioni. To ustvari znači da moramo upravljati pozicijom tijela koje se kreće traslatrono ili rotaciono a koje energiju dobija od određenog aktuatora, u većini slučajeva elektromotor ili cilindar.

2. UPRAVLJANJE ROBOTSKIM ZGLOBOM

Roboti čiji zglobovi se upravljaju u otvorenoj upravljačkoj petlji u većini slučajeva su sa dva ili tri zgloba kao na slici 5 i od njih se zahtjeva manja preciznost dovođenja prihvatnice u zahtjevani položaj.



Slika 5 Robot sa tri stepena slobode kretanja

Upravljanje zglobovima robota u otvorenoj upravljačkoj petlji zasniva se na nekoliko principa:

- Postavljanje graničnika ili mehaničkih zaustavljača na svaki zglob da bi se zglob pomerio za tačno unaprijed određenu vrijednost.

Na ovaj način se unaprijed definiše pozicija prihvatnice preko tačno unaprijed definisanog zakretanja svakog zgloba.

- Ne upravlja se kretanjem preko međutačaka, već su određene krajnje tačke.
- Programiranje se ostvaruje postavljanjem određene sekvence kretanja, postavljanjem krajnjih prekidača za svaku osu zasebno, sekvence kretanja se upravljaju preko sekvencera koji preko povratne veze primaju signal sa krajnjih prekidača da bi pokrenuli sljedeću sekvencu programa.
- Niskih su troškova i jednostavni su za održavanje te su pouzdani.
- Relativno velikih radnih brzina.
- Ograničene fleksibilnosti.
- Većinom imaju hidrauličke i pneumatske aktuatore.
- Kao kontroleri se većinom koriste PLC-ovi.

Kao je navedeno kao kontroleri u otvorenim upravljačkim petljama se danas koriste PLC-ovi. PLC je računar dizajniran za upravljanje proizvodnim procesima, montažnim sistemima i generalno za automatizaciju procesa. Mehanička konfiguracija PLC-a uključuje kućište u koje se postavljaju moduli. Slika 6 prikazuje tipičnu konfiguraciju PLC-a. Moduli i procesor se priključuju na konektore koji su postavljeni pozadi, na ploču kućišta. Ploča, koja se nalazi pozadi kućišta, sadrži konektore za napajanje, kao i konektore za signale pomoću kojih se povezuju svi moduli postavljeni u kućište. Moduli mogu pripadati jednoj od navedenih kategorija: povezivanje sa proizvodnom opremom, mreža i serijska komunikacija, moduli specijalne namjene, napajanje električnom energijom i mikroročunar.

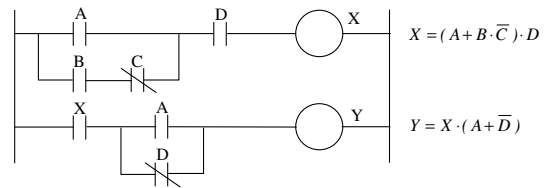


Slika 6 Programabilni logički kontroler

Srce rada PLC-a je računar zvan procesor. Ulazni moduli dobijaju električne signale iz različitih osjetilnih uređaja (prekidači i senzori) i izlaza iz drugih sistema (izlazni signali sa drugih mašina i drugih izlazi). U kompleksnim automatskim ćelijama sa više nego jednim isporučiteljem opreme, izlaz iz jednog PLC-a je često vezan na ulaz drugog PLC. To znači

informacija procesuirana u prvom PLC-u je iskorištena u drugom PLC-u da upravlja nekim drugim dijelom procesa. U ovom slučaju izlaz sa jednog PLC-a je ulaz drugom PLC-u, što je čest slučaj sa integracijom robota. Procesor izvodi aritmetičke i logičke operacije na ulaznim podacima a zatim uključuje ili isključuje izlaze u izlaznim modulima a što je bazirano na pohranjenom upravljačkom programu procesa. Izlazni moduli su povezani vodičima sa sa sistemskim komponentama koje upravljaju procesom (lampe, reliji, motorni upravljač, solenoidni ventili i ulazi na mašine). Za većinu aplikacija PLC-a u automatizaciji je potreban samo ulazni modul, procesor i izlazni modul.

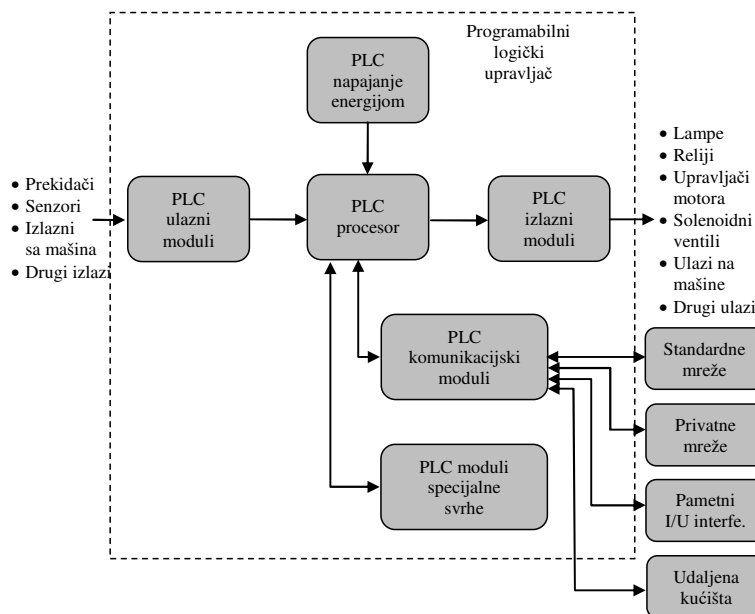
Komunikacijski moduli ne koriste se toliko često kao ulazni i izlazni moduli, mada je veoma važna u svakom automatskom postrojenju jer proizvodni podaci moraju biti dostupni kroz čitavu fabriku (slika 7).



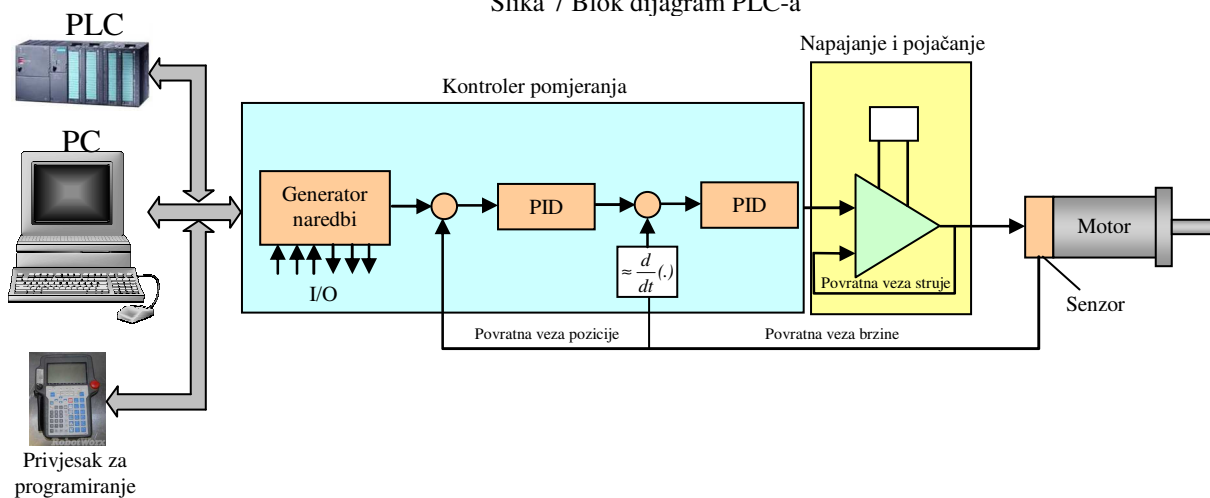
Slika 8 Blok dijagram PLC-a

PLC se programira pomoću programskih jezika kao što je ljestvičasti dijagram prikazan na slici 8.

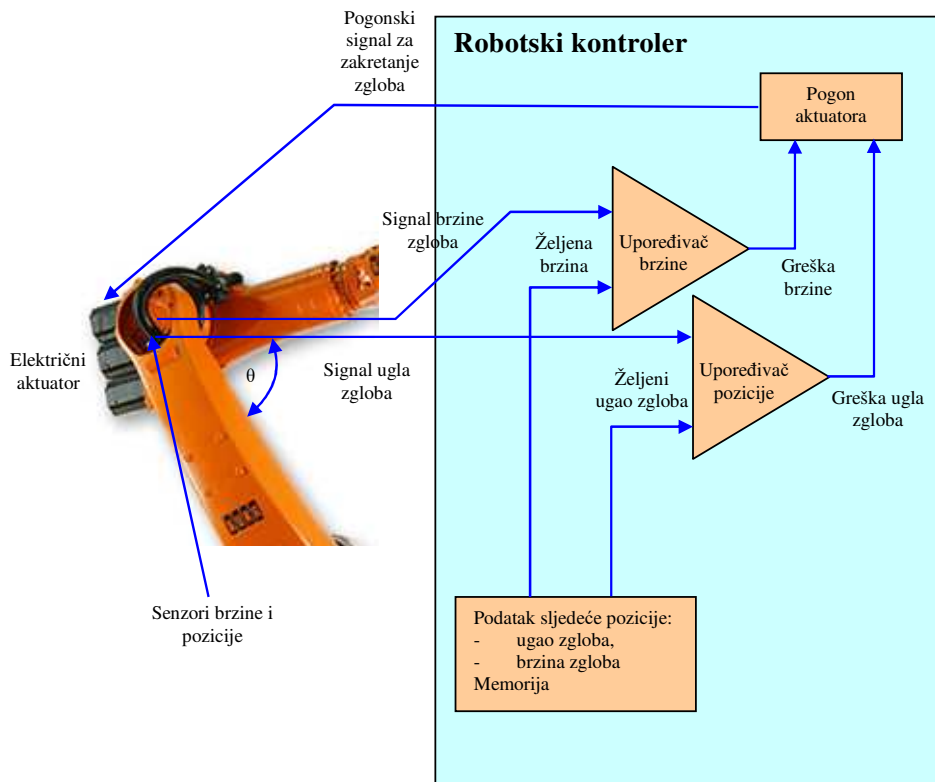
Roboti čiji zglobovi se upravljaju u zatvorenoj upravljačkoj petlji su roboti visoke preciznosti sa pet ili šest stepeni slobode kretanja. U zatvorenoj upravljačkoj petlji se mjeri i upravlja pozicijom i brzinom robotskog zgloba (slika 9).



Slika 7 Blok dijagram PLC-a



Slika 9 Upravljanje pozicijom elektromotora [6,7]



Slika 10 Upravljanje zglobovom robota u zatvorenoj petlji [6,7]

Zatvorena upravljačka petlja ili servo sistem prikazan na slici 10 koristi informacije koje mu prosljeđuje senzor koji je postavljen na pokretnu osu zgloba a mjeri postojeću poziciju i brzinu. Kontroleri zatvorenih upravljačkih petlji su mnogo složeniji i statistički podložniji grešci nego kontroleri otvorenih upravljačkih petlji, ali njihova opravdanost se ogleda u upravljanju mnogo kompleksnijim procesima.

ZAKLJUČAK:

Koji od oblika robotom i robotskim zglobovom će se koristiti danas prije svega odlučuje određen broj svjetskih kompanija koje se bave razvojem i proizvodnjom robotskih sistema. Ovaj izbor najčešće ovisi od kompleksnosti zadatka koji treba robotski sistem izvoditi. Pošto su robotski sistemi sa upravljanjem u otvorenoj petlji jednostavniji za konstrukciju i automatizaciju oni se mogu jednostavnije i proizvoditi pa je njihova ponuda i veća. Iako je čest slučaj da radi jednostavnosti konstrukcije i programiranja sama preduzeća kojima je potreban ovakav robot pristupaju njegovoj konstrukciji i izradi za lične potrebe.

4. LITERATURA

- (1) V. Doleček, I. Karabegović: *Robotika, Tehnički fakultet Bihać*, ISBN 9958-624-12-5, Bihać, 2002. godina, str. 10-33.
- (2) V. Doleček, I. Karabegović: *Roboti u industriji*, Društvo za robotiku i Tehnički fakultet Bihać, ISBN 978-9958-9262-2-8, Bihać, 2008. godina, str. 22-46.
- (3) I. Karabegović, V. Doleček: *Servisni roboti*, Društvo za robotiku Bosne i Hercegovine, 2012. godina, str. 13-20.
- (4) M. P. Groover: *Automation, Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing*, Pearson Education, ISBN 0-13-207073-1, 2008. godina, str. 160-250.
- (5) S. Cetinkunt: *Mechatronics*, John Wiley & Sons, ISBN-13 978-0-471-47987-1, USA, 2007. godina str. 210-240.
- (6) J. A. Rehg: *Introduction to Robotics in CIM systems*, Pearson Education, ISBN 0-13-060243-4, New Jearsy, 2003. godina
- (7) E. Husak, I. Karabegović, S. Vojić, F. Čatović: "Utjecaj mehatronike na razvoj proizvodnih procesa" 22. međunarodni simpozij EIS 2011, Šibenik, 2011. godina