

ODRŽAVANJE I SIGURNOST ROBOTSKIH SISTEMA MAINTENANCE AND SAFETY OF ROBOT SYSTEMS

Doc. dr sci. Malik Čabaravdić
Univerzitet u Zenici
Mašinski fakultet

REZIME

Industrijski roboti i manipulatori su bitni sastavni dijelovi savremenih automatizovanih proizvodnih sistema. Upotrebom industrijskih robota se bitno doprinosi povećanju produktivnosti sistema i ujednačavanju i poboljšanju kvaliteta proizvoda, a osim toga radnici se oslobađaju teških i monotonih radova i radova u nepovoljnim i po zdravlje opasnim sredinama. Da bi jedan robotski sistem pravilno funkcionisao potrebno je posebnu pažnju posvetiti njegovom pravilnom održavanju, kao i sigurnosti radnih mjesta koja opslužuju roboti, čime se sprečavaju kolizije u radu koje mogu dovesti do opasnih povreda radnika ili do oštećenja samog robota. Mjere koje se poduzimaju za održavanje i sigurnost robotskih sistema u industriji su tema ovog rada.

Ključne riječi: održavanje, sigurnost, industrijski roboti

ABSTRACT

Industrial robots and manipulators are very important parts of modern automated manufacturing systems. Application of the industrial robots increases the productivity of the systems and the quality of products. Besides, workers are freed of hard physically and monotonous works and works in dangerous environment. To ensure an appropriate functionality of a robot system, it is necessary to maintain the system properly and to achieve a high safety level of the robot cells, preventing the collisions, which can cause serious injuries of the workers or damage of the robot system. Measures for the maintenance and the safety of a robot system are the main topics of this article.

Key words: maintenance, safety, industrial robots

1. UVOD - ZNAČAJ ROBOTSKIH SISTEMA U INDUSTRIJI

Industrijski roboti se definišu kao univerzalno upotrebljivi pokretni automati sa više stepeni slobode kretanja. Kretanja robota se za razliku od nefleksibilnih automata mogu slobodno programirati. Oni se mogu opremiti različitim sensorima, hvataljkama, alatima ili drugim sredstvima za obradu i mogu izvršavati različite zadatke iz oblasti rukovanja ili obrade.

Jedan industrijski robotski sistem se po pravilu sastoji od mehaničkog manipulatora (robotska ruka) sa više osa pokretanja, koji se reguliše uz pomoć upravljačke jedinice i senzora. Programiranje se vrši uz pomoć ručnog programatora ili preko eksternog računara.

Moderni industrijski roboti su zahvaljujući njihovoj raznovrsnosti u pogledu konfiguracije manipulatora, upravljačkog i senzorskog sistema, te načina programiranja ekstremno fleksibilni uređaji, koji mogu biti primjenjeni u velikom broju raznovrsnih radnih mjesta.

Industrijski roboti su danas vrlo važan sastavni dio brojnih automatizovanih proizvodnih procesa.

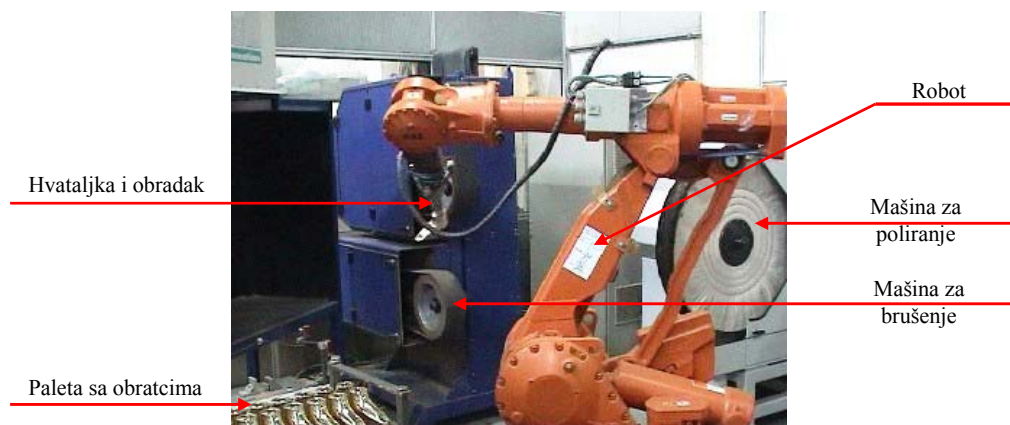
Zahvaljujući razvoju modernih tehnologija cijena industrijskih robotskih sistema je sve niža. Zbog toga raste isplativost primjene robota, a broj instaliranih industrijskih robota neprekidno raste. Krajem 2008. godine u svijetu je bilo instalirano oko milion robota u industriji, od toga 42% u Japanu a po oko 14% u Njemačkoj i Sjedinjenim Američkim Državama [1]. Zahvaljujući raznovrsnosti senzora i izvršnih elemenata roboti danas mogu biti efikasno korišteni u velikom broju industrijskih primjena.

Snažno razvijena automobilska industrija je učinila zavarivanje glavnom oblašću za primjenu industrijskih robota. U Njemačkoj se npr. oko 30% svih instaliranih robota koristi za tačkasto i linijsko zavarivanje [1]. Predviđa se da će montaža biti oblast u kojoj će snažno porasti broj instaliranih robota u budućnosti. Kod montaže se zahtijeva velika preciznost kod spajanja pojedinih dijelova (posebno u oblasti nano- i mikrotehnologija), što će biti omogućeno primjenom modernih visokopreciznih senzora. Sljedeće velike oblasti za primjenu industrijskih robota su rukovanje različitim materijalima i objektima, opsluživanje obradnih mašina, paletiranje i komisioniranje, lakiranje itd.

U posljednje vrijeme se povećava i broj primjena robota u obradnim procesima kao što su struganje, brušenje, brušenje, poliranje itd., pri čemu se razlikuju dvije varijante:

1. kod manjih obradaka, robotska ruka drži sam obradak koji se obrađuje alatom na stacionarnoj mašini,
2. kod većih obradaka, robotska ruka drži alat za obradu, a sam obradak je fiksiran na postolju.

Kod obje varijante robot mora biti u stanju da slijedi zadate putanje obrade, te da ih eventualno koriguje uz pomoć eksternih senzora. Primjer jednog robotskog radnog mjesta za tačno brušenje i poliranje je dat na slici 1.



Slika 1. Primjena robota kod tračnog brušenja i poliranja [2]

Primjena industrijskih robota vodi do povećanja produktivnosti proizvodnog sistema. Takođe se postiže povećanje kvaliteta izrade proizvoda i smanjenje škarta. Uvođenjem robota u proizvodni proces radnici se oslobađaju teškog fizičkog posla i premještaju se iz po zdravlje opasne radne sredine na mnogo ugodnija radna mjesta upravljanja mašinama, čime ih se podstiče na dodatnu edukaciju da bi te nove zadatke mogli i izvršiti.

2. ODRŽAVANJE ROBOTSKIH SISTEMA

Kako je jedan od glavnih ciljeva uvođenja robotskih sistema u industrijska postrojenja zaštita radnika na opasnim i po zdravlje štetnim sredinama, to su vrlo često radna mjesta koja opslužuju roboti izložena štetnim uticajima, bilo da se radi o visokim temperaturama ili velikim količinama prašine i štetnih gasova. Zbog toga, da bi robotski sistem uprkos negativnim uticajima okoline mogao efikasno vršiti svoju funkciju u dužem vremenskom periodu, potrebno je veliku pažnju posvetiti njegovom održavanju i zaštiti.

Preventivno održavanje robotskih sistema obično vrši služba održavanja proizvođača robota i to prema ugovoru o održavanju koji se sklapa prilikom nabavke robotskog sistema. Terenski radnici firme koja proizvodi robote obilaze u dogovorenim vremenskim intervalima robotsko postrojenje i provode redovne mjere održavanja kao što su čišćenje nepristupačnih dijelova, različita podmazivanja ili promjene ulja kod dijelova koji su podložni trenju, zamjena baterija kod upravljačkih jedinica itd.

U velikom broju slučajeva se servis, odnosno zamjena pojedinih dijelova robotskog sistema vrši tek nakon kvara tih dijelova. To ponekad može dovesti do višesatnog ili višednevnog zastoja u proizvodnji, što u slučaju velikih serija izaziva velike gubitke. Zbog toga proizvođači robota preporučuju standardne vremenske intervale za zamjenu pojedinih dijelova da ne bi dolazilo do neočekivanih zastoja u proizvodnji. Industrijski roboti se, međutim, zbog svoje fleksibilnosti koriste u različite svrhe i u različitim sredinama. Jedan te isti tip robota se u različitim aplikacijama podvrgava različitim teretima, a razlikuju se i brzine izvođenja pojedinih operacija. To znači da će, kod unaprijed propisanih intervala održavanja, kod jednog robota dijelovi biti mijenjani prečesto, dok u nekom drugom postrojenju koje je opterećenije može doći do ranijeg otkazivanja dijela, tj. do skupog zastoja u proizvodnji.

Industrijski roboti su sofisticirani tehnički sistemi, koji vremenom postaju sve kompleksniji i opremljeni sve većim brojem dodatka, kao što su različiti senzori i hvataljke, da bi mogli izvršavati sve kompleksnije proizvodne operacije. Da bi neko preduzeće moglo proizvoditi visokokvalitetne proizvode i pri tome povećati svoju efikasnost, neophodno je da tehnička oprema koju koriste, uključujući tu i robote, bude pouzdana. Zbog toga je efikasno održavanje tehničke opreme veoma bitan faktor opstanka jednog preduzeća na tržištu.

S ciljem što efikasnijeg poslovanja preduzeća se okreću proizvođačima tehničke opreme, čiji su proizvodi (u ovom slučaju roboti) najpouzdaniji. Preduzeća koja proizvode velike serije proizvoda mogu podnijeti plansko zaustavljanje proizvodnje radi održavanja tehničke opreme, ali gubici zbog neplanskog zaustavljanja usljed kvara mogu biti vrlo veliki.

Da bi osvojili tržište proizvođači industrijskih robota posebnu pažnju poklanjaju pouzdanosti svojih proizvoda i što lakšem održavanju istih. Zbog toga se u samoj konstrukciji industrijskih robota vodi računa o tome da njihovo održavanje bude što lakše i da ne oduzima puno vremena. Neke od konstruktivnih mjera koje primjenjuju vodeći proizvođači industrijskih robota, a koje im dozvoljavaju savremena tehnička rješenja su [3]:

- potpuna izolacija elektroničkih dijelova vezanih za upravljanje robotom. Na taj način se ovi osjetljivi dijelovi štite od raznih nepoželjnih uticaja sredine,
- elektromotori koji se koriste za pogon pojedinih osa robota se na današnjem stepenu razvoja tehnike izrađuju tako da je potrebno njihovo minimalno ili nikakvo održavanje,
- za podmazivanje glavnih prenosnika se redovno koristi ulje ili mast za podmazivanje,
- kablovi su dobro zaštićeni vodičama i mogu se po potrebi vrlo lako zamijeniti.

Pored ovih klasičnih konstrukcionih rješenja, za održavanje robota se sve više koriste i savremena rješenja vezana za upotrebu različitih senzora kojima se mjere određene karakteristične veličine kod pojedinih dijelova i daju signal upravljačkom sistemu kada je potrebno izvršiti zamjenu nekog od dijelova. Tako se npr. na osnovu stalnog preciznog mjerenja dimenzija dijela izloženog trenju i trošenju u toku rada može utvrditi kada taj dio dostiže kritičnu vrijednost trošenja i upravljačkoj jedinici, odnosno korisniku robota se šalje upozoravajući signal da dio treba izmijeniti. U novije vrijeme se pravi i software koji na bazi podataka sa raznih senzora koji se nalaze robotskoj ćeliji uz pomoć statističke analize određuju kada je potrebno izvršiti zamjenu potrošnih dijelova robota. Najčešće se ovdje koriste unutrašnji senzori robota, koji mjere brzinu i opterećenje pojedinih osa robota, ali i vanjski senzori koji mjere fizičke uticaje na samom radnom mjestu, npr. temperaturu ili vlažnost, koji mogu uticati na životni vijek pojedinih dijelova robota. Sve ove nabrojane mjere održavanja jednog robotskog postrojenja u velikoj mjeri doprinose pouzdanosti rada istog i znatno smanjuju gubitke u proizvodnji nastale iznenadnim prekidima rada usljed kvarova.

3. SIGURNOST ROBOTIZOVANIH RADNIH MJESTA

Zbog potrebe za što većom nosivošću i što bržim izvođenjem operacija industrijski roboti, tj njihovi mehanički dijelovi (manipulatori) mogu imati dosta velike dimenzije a završni uređaj (hvataljka) se može kretati veoma velikom brzinom. Zbog toga može doći do veoma opasnih situacija ukoliko se čovjek nađe u radnom području robota za vrijeme automatskog izvođenja operacija, pri čemu u slučaju kolizije može doći do teških i po život opasnih povreda.

Da bi se to izbjeglo u konstrukciji i opsluživanju robota moraju se poštovati norme vezane za sigurnost robotizovanih radnih mjesta. Neka od pravila propisanih tim normama odnose se na sljedeće [4]:

- svaki robotski sistem mora biti opremljen sigurnosnim sistemom koji je zadužen za osmatranje ispravne funkcije robota. Ako se primijeti bilo kakva nepravilnost u radu, motori pojedinih osa se isključuju, a uključuju se sigurnosne kočnice,
- robot može raditi u manuelnom i automatskom modu. U manuelnom modu robot može biti opsluživan samo uz pomoć ručnog programatora, a nikako uz pomoć vanjskih uređaja,
- u manuelnom modu se znatno smanjuje dozvoljena brzina pokretanja robota,
- na ručnom programatoru se nalazi taster za potvrdu kretanja, koji prilikom programiranja (u manuelnom modu) mora biti pritisnut da bi se robot uopšte mogao pokrenuti,
- ručni programator i vanjska upravljačka jedinica su opremljene tasterima za slučaj opasnosti. Pritiskom na neki od ovih tastera se automatski prekida kretanje robota,
- robotizovana radna mjesta moraju biti ograđena da bi se spriječio neželjeni pristup u toku automatskog izvršavanja programa,
- svako robotizovano radno mjesto mora ispunjavati norme zaštite od požara.

U nekim robotiziranim radnim mjestima gdje postoji naročito velika opasnost od povreda se ugrađuju dodatni sigurnosni uređaji u vidu svjetlosnih senzora koji mogu detektovati prisustvo čovjeka u radnoj ćeliji za vrijeme izvršavanja programa. U tom slučaju senzori daju signal upravljačkoj jedinici za zaustavljanje kretanja robota.

U slučaju da se osim robota na radnom mjestu nalaze i drugi pokretni elementi (npr. izvršni elementi nekih mašina, drugi roboti...) potrebno je posebnu pažnju posvetiti programiranju robota, da ne bi došlo do kolizije između pokretnih dijelova u toku izvršavanja programa, što može dovesti do havarija i oštećenja čije saniranje izaziva velike gubitke.

4. ZAKLJUČAK

Industrijski roboti, kao izuzetno fleksibilni uređaji, imaju vrlo značajno mjesto u automatizaciji proizvodnih operacija. Da bi jedan robotski sistem pravilno i pouzdano funkcionisao potrebno je veliku pažnju posvetiti njegovom održavanju i sigurnosti.

Moderni senzorski i upravljački sistemi znatno doprinose efikasnosti održavanja robota tako da se uz pomoć podataka tih sistema i savremenih algoritama na bazi statistike može predvidjeti vijek trajanja pojedinih dijelova robota, te se ti dijelovi mogu na vrijeme zamijeniti. Na taj način se sprečavaju neželjeni prekidi proizvodnje usljed kvara na robotskom sistemu koji su vezani sa velikim gubicima, naročito u uslovima visokoserijske proizvodnje.

Senzorski sistemi novije generacije doprinose i povećanoj sigurnosti robotizovanih radnih mjesta, pošto se pomoću njih mogu utvrditi eventualne greške u radu robota, kao i prisustvo čovjeka u robotskoj ćeliji, čime se mogu spriječiti neželjene povrede na radu.

5. LITERATURA

- [1] International Federation of Robotics (IFR): World of Robotics 2009, Statistics, Market Analysis, Forecasts, Case Studies and Profitability of Robot Investment, 2009.,
- [2] Čabaravdić M.: Beitrag zur Optimierung des Spanvolumens beim industrierobotergetützten Bandschleifen frei geformter Oberflächen, Dissertation, Universität Dortmund, 2008.,
- [3] ABB Flexible Automation: IRB 4400 Handbücher-Produkt handbook, 2008.,
- [4] Mitsubishi industrial robot instruction manual, 2001.

