



RIADENIE MULTIROBOTICKEJ PRACOVNEJ STANICE

CONTROL MULTI-ROBOTIC WORKSTATION

Vladimír Baláž

Abstract

This article describes the multi-robotic workstation. The composition and distribution of the individual elements. It explains the algorithm by which runs control workstation. Conclusion the article describes the signal and safety components workstation.

Key words

Control, multi-robotic workstation, robot, KUKA

Úvod

Robotizované pracovisko s robotmi KUKA je umiestnené v laboratóriu robotiky na Katedre robotiky (KR) TU v Košiciach. Robotizované pracovisko bolo realizované v spolupráci s firmou VW Slovakia. Podľa štandardov VW SK, s hardvérom aj softvérom a všetkými bezpečnostnými prvkami bolo pracovisko navrhnuté a skonštruované v bratislavskom závode VW Slovakia a neskôr oživené špeciálne pre použitie na vzdelávacie účely. Následne bolo presunuté do priestorov KR. Rozmery pracoviska dosahujú cca 10 x 6 m, obr.1.[1]



Obr. 1 Automatizované robotické pracovisko s robotmi

Štruktúra robotizovaného pracoviska

Štruktúru pracoviska tvoria 2 roboty KUKA VKR 125, riadiace systémy robotov KR C1, polohovacia jednotka, zvarací agregát pre bodové zvaranie, zvarací agregát pre oblúkové zvaranie a kontrolné blokovacie obvody pre zaistenie bezpečnosti na pracovisku. Na prvom robote označenom 2B sú osadené bodovacie kliešte firmy Nimak. Druhý robot s označením 2A je osadený manipulačnou hlavou. Medzi robotmi sa nachádza jedno-osové polohovadlo umožňujúce nakladanie prípravku do pracovných priestorov robotov.

K vybaveniu robotizovaného pracoviska patrí:

- otočné polohovadlo – umožňuje nastaviť vloženie manipulačnú nadstavbu v dvoch pozíciách. Prvá pozícia slúži na vkladanie a vyberanie nadstavieb manipulačným robotom. Druhá pozícia je určená pre bodové zvaranie vykonávané zvaracím robotom,



- chladiaci systém bodovacích klieští – slúži k chladeniu elektród bodovacích klieští, lebo počas procesu bodového zvarovania dochádza k vývinu nežiadúceho tepla, ktoré je potrebné odvieť,[2]
- pracovisko na vkladanie a vyberanie zvarovaných dielcov – plní obslužnú funkciu spočívajúcu v možnosti vkladania a vyberania jednotlivých dielcov na manipulačnej nadstavbe počas prevádzky robotizovaného pracoviska. Tieto činnosti vykonáva obsluha pracoviska,
- zvarací horák osadený na pevnom ramene – slúži na oblúkové zvarovanie dielcov, pričom pohyby so zvaraným objektom vykonáva manipulačný robot,
- riadiace systémy robotov podliehajú nadradenému riadiacemu systému, ktorý ovláda okrem robotov aj všetky pomocné a bezpečnostné funkcie jednotlivých zariadení robotizovaného pracoviska. Jadrom riadiaceho systému je programovateľný logický automat (PLC) Simatic S7 – CPU 416. Decentralizované periférie sú realizované pomocou Phoenix-Interbus s optickým káblom (LWL). Pripojenie zo strany PLC je realizované pomocou Phoenix-IBS S7-400 DSC/I-T, obr.2.



Obr.2 Riadiaci modul pracoviska

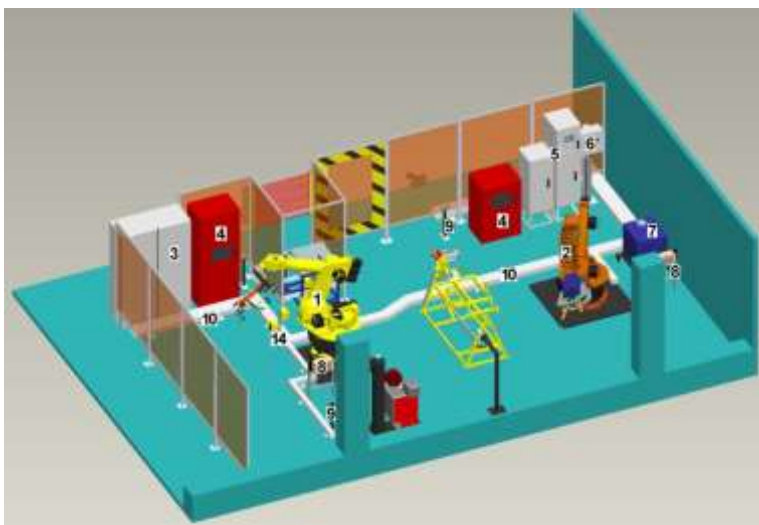
- bezpečnostné zariadenia, oplotenie – bezpečnostné zariadenia tvoria snímače pohybu a svetelné závery firmy Sick. Oplotenie plní funkciu zamedzenia vstupu neoprávnených osôb do pracovného priestoru pracoviska, pričom vstupná brána na pracovisko je vybavená bezpečnostným mechanizmom, ktorý po jej otvorení zablokuje pohyby robotov

Popis rozmiestnenia jednotlivých prvkov robotizovaného pracoviska podľa CAD, obr.3a a obr.3b [3]:

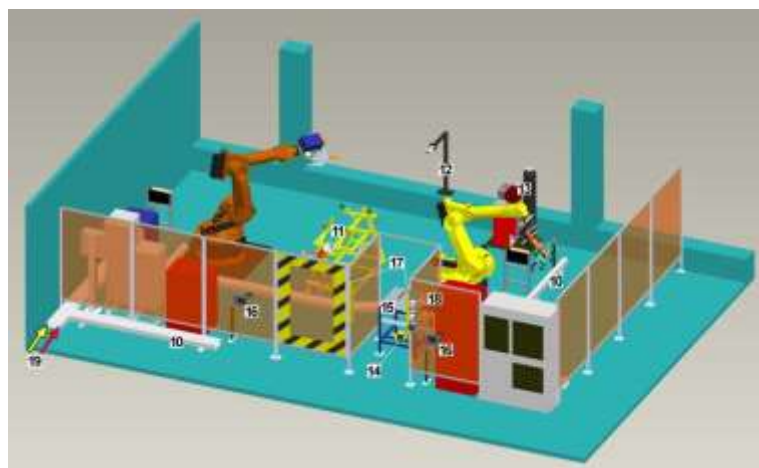
1. Robot KUKA VKR 125 určený na manipuláciu predmetu
2. Robot KUKA VKR 125 určený na bodové zvarovanie
3. PLC - riadiaci systém pracoviska
4. Riadiace systémy robotov
5. Ovládacie panely pre bodové zvarovanie
6. Centrálny vypínač celého pracoviska
7. Chladiaci systém bodovacích klieští robota
8. Rozvodové skrine na prívod energie a vzduchu
9. Stojan na prívodom energie 380V



10. Žľab pre rozvod elektrickej energie a prívodu vzduchu
11. Polohovacia jednotka
12. Zváracia hlavica na MIG/MAG zvaranie
13. Zvárací agregát na MIG/MAG zvaranie
14. Skenery
15. Vkladačí stôl určený pre manipuláciu objektu
16. Ovládacie panely
17. Bezpečnostné závory
18. Núdzové stop tlačidlo, svetelné znamenie
19. Rozvod energií
20. Prívod elektrickej energie a stlačeného vzduchu na celé pracovisko



Obr. 3a Štruktúra robotizovaného pracoviska v CAD



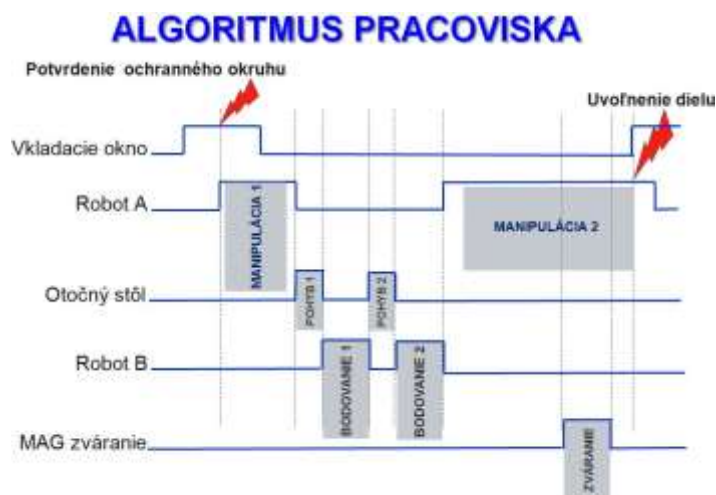
Obr. 3b Štruktúra robotizovaného pracoviska v CAD

Algoritmus riadenia multirobotickej pracovnej stanice

Algoritmus robotizovaného pracoviska na obr.4 začína potvrdením o zapnutí ochranného okruhu na PLC riadiacom systéme pracoviska. Tento ochranný okruh tvoria bezpečnostné závory, laserové skenery a spínač na dverách pre vstup do pracoviska. Po potvrdení, sa robot A t.j. KUKA VKR 125 s uchopovacím efektorom premiestňuje z východzej polohy do



vkladacieho okna kde pomocou prísaviek a hlavne štyroch upínačov IMI Norgren uchopí predmet manipulácie z pracovného stola. Po pevnom uchopení predmetu manipulácie sa robot presúva z vkladacieho okna k polohovacej jednotke. Robot pomaly vkladá predmet manipulácie na pracovný stôl polohovacej jednotky. Po usadení dochádza k odopnutiu predmetu uchopovacím efektorom, kde sa predmet manipulácie upína na pracovnom stole pomocou štyroch upínačov Tünkers. Krovový motor na polohovacej jednotke pootočí pracovný stôl s predmetom manipulácie o 42° do polohy 1. Tento uhol signalizujú štyri indukčné snímače Balluff, ktoré zaznamenávajú koncové polohy polohovadla.[4]



Obr. 4 Popis pracovného postupu na pracovisku

Robot B t.j. KUKA VKR 125 s technologickým efektorom určeným na bodové zváranie sa premiestňuje z východzej polohy k polohovacej jednotke. Tento robot s bodovacími kliešťami typu X je pripravený k aplikácii bodového zvárania na spodnej časti objektu manipulácie. Po tomto zváraní ktoré trvá cca 8 s dochádza k presunu robota tak aby nedošlo k stretnutiu z otočným stolom, ktorý sa presúva do polohy 2. Po presunutí otočného stola dochádza k 2 bodovaniu. ktoré je aplikované na vrchnej časti objektu zvárania ktoré trvá cca 6 s, obr.5.



Obr.5 Technologický efektor umiestnený na robote 2B

Po tomto bodovaní sa robot s technologickým efektorom presúva do svojej východzej polohy a robot s uchopovacím efektorom obr.6 sa presúva k polohovacej jednotke. Upínače na otočnom stole sa odopnú. Robot s koncovým efektorom upína predmet manipulácie a presúva sa s ním k stojanu s hlavnicou určenou na MAG zváranie. Robot sa pomaličky



pohybuje s objektom manipulácie v tesnej blízkosti pri hlavici kde spoločne vykonávajú zváranie metódou MAG. Po tomto zváraní sa robot s objektom manipulácie presúva do vkladacieho okna kde dochádza k uvoľneniu objektu manipulácie na pracovný stôl. Robot sa vracia späť do východzej polohy a je pripravený na ďalšie operácie.



Obr.6 Manipulačná hlavica umiestnená na robote 2A

Signalizačné a bezpečnostné prvky pracoviska

Na robotizovanom pracovisku sú nainštalované signálne svetlá s rôznymi farbami. Signálne svetlá sú nainštalované tak, aby boli pre obsluhu dobre viditeľné, pričom:

Oranžové signálne svetlo slúži na zobrazenie pneumatického blokovania. Signálne svetlo „Zobrazenie pneumatickej blokácie“ je viditeľné použité na každých ochranných dverách pracoviska. Má dva stavy:

- Trvalo svieti (Žiadne pneumatické blokovanie)
- Bliká (Možné pneumatické blokovanie)

Zelené signálne svetlo signalizuje či je dosiahnutá životnosť zváracích hrotov na robote 2B. Signálne svetlo je umiestnené na obslužnom paneli.

- Trvalo svieti (nie je dosiahnutá životnosť hrotu)
- Bliká pomaly (dosiahnutá životnosť zváracieho hrotu je $> 90\%$)
- Bliká rýchlo (dosiahnutá životnosť zváracieho hrotu je $> 98\%$)

Tlačidlo potvrdenia signalizuje potvrdenie pre ochranné dvere. Na každých ochranných dverách je použitý tlačidlový panel s dvoma tlačidlami potvrdenia. Po každom otvorení/uzavretí ochranných dverí musí pracovník zodpovedajúce ochranné dvere tlačidlom potvrdiť. Potvrdenie sa môže realizovať z ľubovoľných ochranných dverí. Pre uvedenie zariadenia do chodu slúži druhé tlačidlo Štart. Predpoklad pre potvrdenie ochranných dverí:

Ochranný okruh je uzatvorený, to znamená, že kompletná výrobná bunka tvorí jednotnú ochrannú oblasť, ktorá nesmie byť prerušená, napr. druhými otvorenými dverami.

Tlačidlový panel je umiestnený na každých ochranných dverách. Zobrazenie, že ochranný okruh nie je potvrdený sa nachádza

- Na ochranných dverách
- Na obslužných paneloch

Potvrdenie nakladania a vyberania zváraných dielov

Na nakladacích stanicach je vždy treba použiť tiahlo na ručné potvrdenie procesu Vložiť/Vybrať paletu. Pracovník musí po procese Vloženia/Vybratia palety stanicu opustiť a následne pomocou tiahla potvrdiť ochranný obvod.



PLS-Skener/Svetelná závora je nainštalovaná na vkladacích staniciach. Skener slúži ako ochrana proti vniknutiu a zabraňuje pohybu robota v chránenej oblasti v prípade porušenia ochranného obvodu skenera. V prípade, že sa pracovník nachádza v ochrannom obvode PLS-Skenerov, ochranný obvod sa tým preruší a nebezpečný pohyb sa zastaví.[5]

Súhrn

Hlavným zameraním multirobotickej pracovnej stanice je výuka študentov TU v oblasti robotiky. Pracovná stanica sa využíva aj v oblasti školení pre zamestnancov malých a stredných firiem. Pri riešení výskumných úloh z oblasti automatizácie a robotiky slúži ako overovacie pracovisko. Multirobotická pracovná stanica je dobrým príkladom spolupráce školy s praxou.

Kľúčové slová

Riadenie, multirobotická pracovná stanica, robot, KUKA

This contribution is the result of the project implementation: VEGA – 1/0810/11 "Principles of profiling and cooperation multirobotic systems".

Použitá literatúra

- [1] BALÁŽ, V., VAGAŠ, M., SEMJON, J., HAJDUK, M.: Design of automated robotized system with two robots In: Computer Aided Production Engineering. - Lublin : Lublin University of Technology, 2013 P. 131-136. - ISBN 978-83-63569-72-3
- [2] HAJDUK, M., SEMJON, J., VAGAŠ, M.: Design of the welding fixture for the robotic station for spot welding based on the modular concept, Acta Mechanica Slovaca, 4, (2009) pp. 30-36.
- [3] VW Slovakia. Prezentácie. Bratislava. VW Slovakia, KVTaR.
- [4] Sjf TU Košice, KVTaR. Manuál pre programovanie robotov KUKA, [CD-ROM]. Košice: KVTaR, 1-99.
- [5] Manuál k inštalácii robota VKR 125, Košice KVTaR.

Kontaktná adresa

Ing. Vladimír Baláž, PhD.
Technická univerzita v Košiciach, Strojnícka fakulta
Katedra robotiky
Němcovej 32, 040 01 Košice
vladimir.balaz@tuke.sk