

Návrh a realizácia riadenia flexibilného montážneho podniku PLC automatom

Igor JADLOVSKÝ, Matej ČOPÍK, Ján SARNOVSKÝ

Katedra kybernetiky a umelej inteligencie, Fakulta elektrotechniky a informatiky,
Technická univerzita v Košiciach, Slovenská republika

i.jadlovsky@gmail.com, matej.copik@tuke.sk, jan.sarnovsky@tuke.sk

Abstrakt — Tento článok sa venuje návrhu a realizácii riadenia Flexibilného montážneho podniku na technologickej úrovni pomocou PLC automatu. Tento výrobný systém je súčasťou distribuovaného systému riadenia budovaného na KKUI. Pre komunikáciu s externými systémami sú vytvorené komunikačné kanály. Riadiace algoritmy sú budované k dosiahnutiu efektivity a spoľahlivosti výrobného systému. Pre riadenie opakovaných sekvencií sú navrhnuté a vytvorené podprogramy. V práci sa kladie dôraz na paralelné procesy výroby a ich synchronizáciu.

Kľúčové slová — Flexibilný montážny podnik, distribuovaný systém riadenia, Allen Bradley, Rockwell Automation, PLC, frekvenčný menič, krokový motor, manipulátor, dopravníkový pás, sklad

I. ÚVOD

Oblasť priemyselnej automatizácie je odvetvím kybernetiky, ktoré je pre dnešnú výrobnú sféru nenahraditeľné. Automatizované systémy dnes vykazujú vysokú spoľahlivosť a presnosť výroby pri veľmi nízkych časových a znížených finančných nárokoch. Takýmto výrobným systémom je aj model flexibilného montážneho podniku (FMP), umiestnený v laboratóriu katedry Kybernetiky a Umelej inteligencie. Riadenie technologickej úrovne distribuovaného systému je priamym riadením hardwarových členov. Preto sa budem zaoberať ich analýzou a princípmi ich riadenia.

II. POPIS FMP

A. Produkt FMP

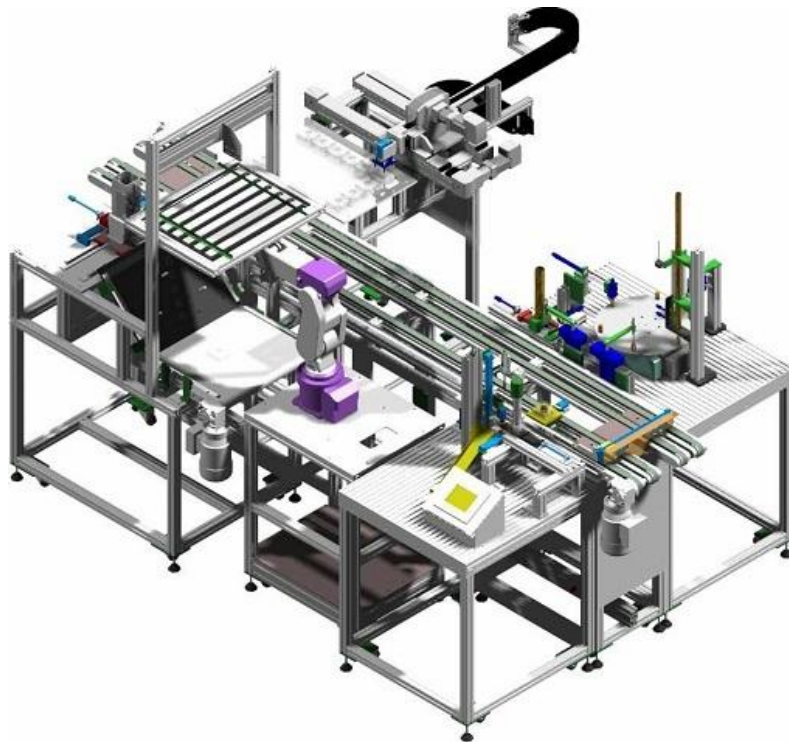
Produktom Flexibilného montážneho podniku je špecificky zapúzdrené ložisko. Ložisko je osadené do hliníkovej podstavy štvorcového tvaru s presne vyfrézovaným otvorom. Do stredového otvoru ložiska je vsunutá nylonová hriadeľka. Na hriadeľke je z vrchu osadený klobúčik. Produkt je vyrábaný v rôznych vyhotoveniach. Na výber sú hliníkové a železné klobúčiky, zelené a modré hriadeľky a ložiská dvoch rôznych rozmerov.

B. Funkcionalita FMP

Flexibilný montážny podnik je postavený na princípoch sériovej výroby. Na hlavných dopravníkových pásoch sú presúvané palety. Na paletách sú postupne jednotlivými postami vyskladávané produkty. Za výrobné posty sú považované post 1, post 3 a post 4. Post 0, post 2 a post 5 slúžia na manipuláciu s výrobkami v rámci linky a skladu. Každý výrobný post obsahuje materiálne vstupy organizované v zásobníkoch.

Výroba začína postom 1. Na poste 1 je do výrobného systému vkladaná podstava zo zásobníku. Post 2 pomocou robota presunie podstavu na paletu, ktorá je pristavená na hlavnom dopravníkovom páse označenom ako post 0. Paleta s podstavou sa presunie po páse k postu 3. Vstupný zásobník postu 3 obsahuje ložiská. Ložiská sú po otestovaní rozmerov osadené manipulátorom do podstavy na poste 0. Po dokončení operácie sa paleta presúva k postu 4. Na poste 4 sú do systému vložené a následne testované hriadeľky a klobúčiky. Pomocou manipulátora medzi postom 4 a 0 je hriadeľka osadená do ložiska a následne prikrytá klobúčikom. Tým je výrobná časť procesu ukončená. Hotový výrobok sa následne presunie k

postu 5. Tento post obsahuje výstupný sklad. Manipulátor uloží výrobek do výstupného skladu. Paleta při tom ostáva na páse a je presunutá po hlavnom dopravníkovom páse na začiatok výroby.



Obr. 1 Flexibilný montážny podnik

Post 0

Slúži na presun paliet v rámci Flexibilného montážneho podniku. Počas výroby beží dopravníkový pás nepretržite. Palety sú pri prechode okolo postov zastavené stopermi a kotvami po dobu vkladania súčiastky daným postom. Následne je paleta uvoľnená a presúvaná k nasledujúcemu postu. Presun paliet tvorí uzavretý cyklus. Po odobratí hotového výrobku sa paleta dostáva na začiatok výroby.

Cyklus postu 0 začína na prvom stanovisku. Tu sú palety skladované za sebou. Čakajú na uvoľnenie nasledovného stanoviska. Po jeho uvoľnení je jedna vždy jedna paleta pustená. Druhé stanovisko je pri poste 2. Paleta je tu zakotvená, po dobu kým robot vloží na ňu podstavu. Po dokončení operácie je stanovisko 2 uvoľnené a paleta smeruje k stanovisku pri poste 3. Paleta je tu zakotvená, kým sa ukončí operácia vkladania ložiska do podstavu. Po uvoľnení smeruje paleta ku koncovému bodu prvého dopravníkového pásu. Po jeho dosiahnutí je manipulátorom presunutá na začiatkový bod druhého dopravníkového pásu. Po druhom dopravníkovom páse sa presunie k stanovisku pri poste 4. Tu je paleta zakotvená po dobu osadenia hriadeľky a klobúčika. Následne je paleta uvoľnená a s hotovým výrobkom smeruje k stanovisku pri poste 5. Tu je paleta pozastavená po dobu odobratia hotového výrobku manipulátorom. Prázdna paleta po uvoľnení smeruje ku koncovému bodu druhého pásu. Po jeho dosiahnutí je manipulátorom presunutá na začiatok prvého dopravníkového pásu. Po prvom páse sa paleta dostáva na koniec radu paliet čakajúcich na vpustenie do výroby pri stanovisku 1

Post 1

Post 1 je určený na vkladanie podstavu do výrobného procesu. Zo vstupného zásobníku je vysunutá podstava. Zásobník sa pohybuje po lineárnom vedení. Vysunutie podstavu prebieha v náhodnej polohe zásobníku. Podstava je vysunutá na šikmú plošinu. Šikmá plošina obsahuje trne, aby došlo aj k náhodnému pootočeniu štvorcovej podstavu. Tieto operácie slúžia na staženie podmienok. Po zošmyknutí sa podstava presúva na širokom dopravníkovom páse. Pomocou kamerového systému je snímaný dopravníkový pás. Obraz je prenášaný do aplikácie na rozpoznávanie obrazu. Táto aplikácia v reálnom čase zašle do PLC automatu aktuálnu

pozíciu a pootočeniu podstavu.

Post 2

Je reprezentovaný 6-osím robotom Mitsubishi RV-2S. Po obdržaní pozície robot zdvihne podstavu a presunie ju na hlavný dopravníkový pás postu 0, kde ju osadí na paletu.

Post 3

Na poste 3 je zo vstupného zásobníku vysunutú ložisko na plošinu. Plošina sa presunie k lineárnemu potenciometru, kde prebehne meranie hrúbky ložiska. Plošina s ložiskom sa vráti na východziu pozíciu. Podľa nakonfigurovania zákazky môžu nastať 3 situácie. Nevyhovujúce ložiská sú automaticky vyhodené von zo systému. Vyhovujúce ložisko je rotačno-výsuvným manipulátorom osadené do podstavu prístupnej na poste 0. Pokiaľ nameraná hodnota hovorí o prázdnej plošine, čaká sa na doplnenie zásobníku a výroba sa na poste 3 opakuje.

Post 4

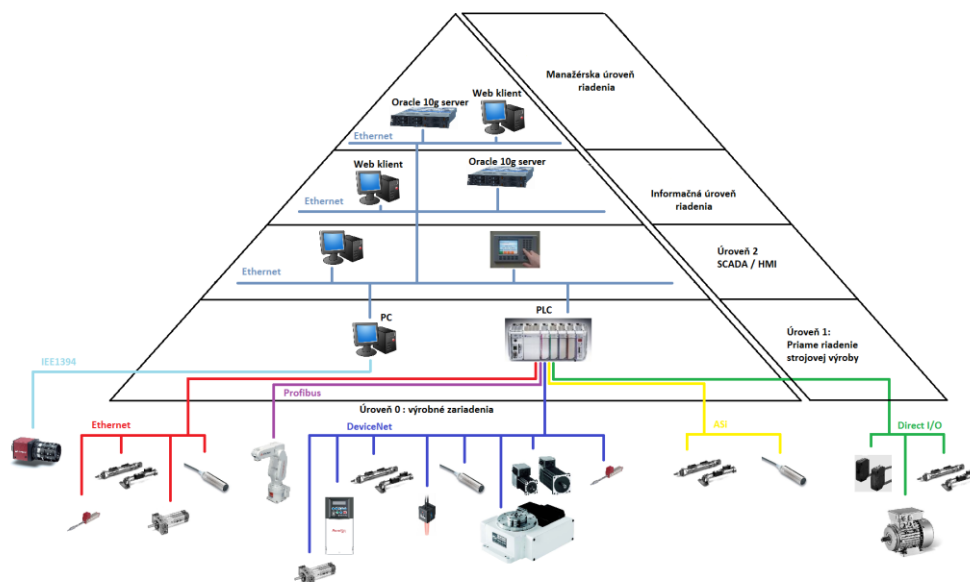
Zo vstupného zásobníku sú dávkované hriadeľky. Hriadeľky zapadajú do podstavcov na rotačnom stole. V prvej pozícii po otočení stola sa gefran snímačom zmeria výška hriadeľky. Týmto meraním sa detekuje či je hriadeľka správne vložená do podstavca. Na ďalšej pozícii rotačného stola prebieha detekcia farby hriadeľky. Pokiaľ sú namerané hodnoty z prvých dvoch pozícií nevyhovujúce hriadeľka je pneumatickým manipulátorom vyhodená zo stola. Ak hriadeľka prejde kontrolami je presunutá na poslednú - šiestu pozíciu stola. Tu ju rotačno-výsuvný manipulátor osadí do výrobku na poste 0. Pri piatej pozícii stola sa nachádza vstupný zásobník klobúčikov. Klobúčiky sú po vysunutí zo zásobníka testované na materiál pomocou indukčného snímača. Ak klobúčik nie je požadovaného materiálu, je vyhodенý pomocou pneumatického piestu. Pokiaľ materiál vyhovuje objednávke, klobúčik je presunutý rotačno-výsuvným manipulátorom na rotačný stôl. Následne je rovnakým spôsobom ako hriadeľka na šiestej pozícii stola osadený na výrobok na poste 0. Po tomto kroku je výrobok hotový.

Post 5

Je tvorený výstupným skladom na hotové výrobky a trojosím manipulátorom. Sklad obsahuje 24 skladovacích pozícií. Po príchode palety s výrobkom k postu 5 je paleta ukotvená a čaká na vyskladnenie manipulátorom. Manipulátor vysunie pneumatické rameno nad paletu a štyrmi prísavkami vytvorí na povrchu výrobku podtlak. Manipulátor zdvihne hotový výrobok zasunutím pneumatického ramena. Následne sa presunie na vybranú pozíciu skladu a vysunutím ramena položí výrobok na bunku skladu. Vypne podtlak a vytvorí kladný tlak čím uvoľní výrobok z ramena. Manipulátor sa po dokončení uloženia vracia do východzej pozície.

III. FMP V RÁMCI DISTRIBUOVANÉHO SYSTÉMU RIADENIA

Flexibilný montážny podnik ako distribuovaný systém riadenia je možné rozdeliť do jednotlivých úrovní riadenia podľa pyramídovej schémy prezentovanej spoločnosťou Rockwell Automation. Jednotlivé lokálne celky riadenia a zberu dát sú prepojené komunikačnými zbernicami. Smer distribúcie systému je od vyšších úrovní k nižším. Smer centralizácie DSR je od nižších úrovní k vyšším. Moja práca sa zaoberá riadením FMP na technologickej úrovni. Zameriavam sa preto na komunikáciu úrovní priameho riadenia strojovej výroby a úrovne výrobných zariadení. Nasledovná pyramídová schéma je priamou implementáciou schémy od Rockwell Automation na FMP.



Obr. 2 model distribuovaného systému riadenia

IV. POPIS RIADENIA FMP

Aplikácia je tvorená v programovacom jazyku „Ladder Logic“. Systém je riadený PLC automatom Allen-Bradley rady Compactlogix. Riadenie tak ako aj logické členenie linky je rozdelené pre šesť samostatných postov. Posty 1 až 5 pracujú paralelne, nezávisle jeden od druhého. Post 0 spolupracuje s každým z nich. Pre potreby globálneho riadenia systému som vytvoril podprogram „riadenie výroby“. Pre externé funkcionality vizualizácie, dispečerského riadenia a zberu dát som vytvoril podprogram external a vstupno-výstupné štruktúry. Zložitejšie členy systému ako frekvenčný menič a krokové motory s lineárnym vedením majú vlastné riadiace podprogramy pre ich samotnú funkcionality. Po nahratí programu do PLC automatu sa prvá spustí inicializácia premenných, technologických sietí a akčných členov. Následne je riadenie odovzdané samotnej aplikácii.

V. ZÁVER

Zkompletizoval som výrobcom navrhnutú funkcionality výrobného systému a vylepšil ju o detekciu a ošetrovanie viacerých chybových stavov. Osvojil som si princípy riadenia frekvenčného meniča a krokových motorov s internou logikou a poznatky využil v riadení systému. Komunikáciu s vyššími vrstvami DSR som rozdelil do komunikačných štruktúr. Dosiachol som plnú plánovanú funkcionality systému. Riadenie som realizoval s ohľadom na variabilitu podmienok, v ktorých linka pracuje.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola vytvorená realizáciou projektu Rozvoj Centra informačných a komunikačných technológií pre znalostné systémy (kód ITMS projektu: 26220120030) na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- [1] Kačmár, Matej: Aplikácia systému rozpoznávania dynamických obrazov pre výrobné linky, Diplomová práca, KKUI FEI TU Košice, 2011.
- [2] Papcun, Peter: Riadenie robota integrovaného v pružnej výrobnéj linke, Diplomová práca, KKUI FEI TU Košice, 2011.
- [3] Rocwell Automation: Powerflex 40, user manual. [online]. [2008]. Dostupné na internete: <http://www.rocwellautomation.com/rocwellsoftwareoor>.
- [4] WEISS: Electromechanical rotary indexing tables TC-T, user manual. [online]. [2009]. Dostupné na internete: <http://www.weissinstruments.com>
- [5] Schneider electric: ILS2D Devicenet, user manual. [online]. [2010] Dostupné na internete: <http://www.schneider-electric.com>
- [6] J Keyence: SUPER RGB Sensor, user manual. [online]. [2011]. Dostupné na internete: <http://www.keyence.com>