

Spremljanje in nadzor modularnega proizvodnega sistema

Adila Botonjić, Jan Zupančič, Boštjan Pretnar

Fakulteta za elektrotehniko

Tržaška 25

1000 Ljubljana

adabotonjic@gmail.com, jan.zupancic@gmail.com, bostjan.pretnar@email.si

POVZETEK

Članek na kratko predstavlja izdelavo nadzornega sistema, za modularni proizvodni sistem, ki vsebuje pet delovnih postaj. Predstavljena je končna izvedba nadzornega sistema in posamezne funkcije, ki jih vsebuje. Na koncu je na kratko opisan potek izdelave in problemi s katerimi smo se pri izdelavi takšnega nadzornega sistema srečevali.

ABSTRACT

This article presents the implementation of a visual control system for modular production system, which involves five working stations. Article presents the final product – visual control system and some of the functions it involves. At the end it shortly describes the implementation of the control system and the problems we encountered while making such a system.

1. Uvod

V okviru projekta je bilo potrebno izvesti računalniško spremljanje in nadzor delovanja modularnega proizvodnega sistema, ki predstavlja industrijsko proizvodno linijo s petimi delovnimi postajami.

Cilj projekta je bil zagotoviti sprotno spremljanje obratovalnega stanja proizvodnega sistema. Preko grafičnega prikaza je bilo potrebno prikazati trenutno stanje celotnega sistema in vsake posamezne postaje. Nadzorni sistem je tudi zaznaval napake in operaterja sproti obveščal o lokaciji napake.

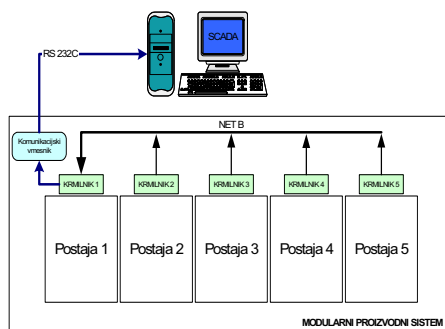
1.1 Opis procesa

Modularni proizvodni sistem (v nadaljevanju MPS) predstavlja proizvodno linijo s petimi postajami. Vsebuje podajalnik in kontrolo obdelovancev, obdelavo ter transport do skladišča in samo skladiščenje.

Prvo postajo predstavlja podajalna enota, ki obdelovanec iz dozirne enote prenese na linijo. Na drugi postaji se preveri material obdelovanca in se izmeri njegovo višino. Tretja postaja je namenjena vrtanju luknje v sredino obdelovanca. Na koncu se tudi preveri, če je bila luknja izvrtana. Četrta postaja je transportna postaja, ki prenese obdelovanec do pete postaje, ki je zadolžena za sortiranje in skladiščenje. Če izdelek ni primeren, ga odloži na mesto za izmet.

2. Povezava med MPS in nadzornim računalnikom

Vsaka postaja MPS ima svoj krmilnik, na katerega so povezani senzorji, aktuatorji in komandni pult te postaje. Na krmilnik prve postaje je dodatno priključen poseben komunikacijski vmesnik, preko katerega je ta krmilnik neposredno povezan z nadzornim računalnikom. Krmilniki ostalih postaj so z nadzornim računalnikom povezani posredno, in sicer preko prvega krmilnika. Krmilniki se med sabo povezujejo z omrežjem tipa NET B.



Slika 1: Shema povezav na sistemu

Povezava med krmilnikom prve postaje MPS in nadzornim računalnikom poteka preko vmesnika **RS 232C**, kar je vidno tudi na *sliki 1*. Gre torej za povezavo vmesnika RS 232C, ki je priključen na krmilnik prve postaje, s serijskim vmesnikom nadzornega računalnika.

Za povezavo med MPS in nadzornim računalnikom je bila uporabljena naslednja programska oprema:

- Operacijski sistem: *Windows 2000*
- Program za programiranje krmilnikov: *GX IEC Developer*
- Program za izvedbo nadzornega sistema: *FactoryLink*
- Strežnik: *OPC KEP Server Ex V4.0*

OPC strežnik omogoča komunikacijo med nadzornim sistemom (osebnim računalnikom) in PLK (programirljivimi logičnimi krmilniki). *FactoryLink* je program, s katerim je bil narejen nadzorni sistem. Program omogoča vizualizacijo določenega stanja senzorja. Program je bil povezan na OPC KEP Server, ki mu je zagotavljal dostop do trenutne vrednosti določene spremenljivke na krmilniku.

3. Spremljanje in nadzor proizvodne linije

Nadzorni program je izveden s programskim orodjem *FactoryLink*. Na nadzornem računalniku deluje nadzorni program, ki služi pregledu delovanja celotne proizvodne linije. Program je zasnovan tako, da omogoča pregled delovanja celotne proizvodne linije ali pa posameznega segmenta. Shematsko so prikazani posamezni deli posameznega segmenta.

3.1 Upravljanje MPS preko nadzornega sistema

Preko nadzornega sistema lahko izvedemo samo zagon in zaustavitev proizvodne linije, medtem ko ostalo upravljanje ni možno. Omenjeni operaciji lahko izvedemo ne glede na to, na kateri zaslonski sliki se nahajamo. Za zagon linije kliknemo na gumb *START*, ki je zelene barve in se nahaja v levem zgornjem kotu vsake zaslonske slike. Pod njim je gumb *STOP*, ki je rdeče barve in služi za zaustavitev linije.

3.2 Informacija o stanju proizvodne linije

Lučka, ki se nahaja pod gumboma za zagon oz. zaustavitev proizvodne linije, daje informacijo o tem, ali je postaja inicializirana ali ne. Postajo inicializiramo preko komandnega pulta vsake posamezne postaje.

Na osnovni zaslonski sliki omenjena lučka daje informacijo o stanju celotne linije. Če je lučka zelene barve, so vse postaje inicializirane. Takrat je zagon linije sploh mogoč. Lučka je zelene barve tudi v primeru, da linija že deluje, kar lahko vidimo na posameznih zaslonskih slikah (*slika 3*). Rdeča barva lučke pa pomeni, da ena izmed postaj ni inicializirana.

Na osnovni zaslonski sliki (*slika 2*) lahko vidite tudi informacijo o stanju posameznih postaj.

Na zaslonskih slikah posameznih postaj je lučka nekoliko drugačna. Gre za lučko v lučki. Zunanja daje informacijo o stanju celotne linije in je identična tisti na osnovni zaslonski sliki, notranja pa daje informacijo o stanju postaje, ki jo opazujemo na dotični zaslonski sliki. Če je lučka zelene barve, je postaja inicializirana oz. deluje, v primeru, da je lučka rdeče barve, pa postaja ni inicializirana.



Slika 1: Informacija o stanju posamezne postaje

3.3 Nadzor celotne proizvodne linije

Osnova nadzornega sistema je zaslonska slika, na kateri je shematično narisan celotna proizvodna linija (slika 2).



Slika 2: Osnovna zaslonska slika

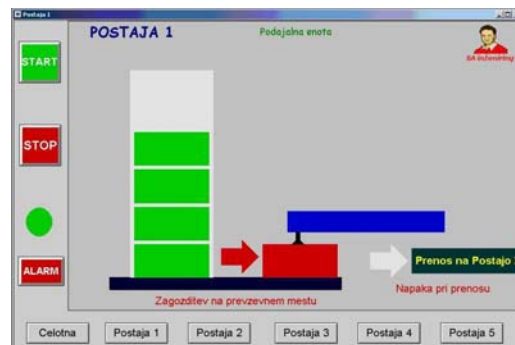
Delovanje vsake posamezne je postaje možno spremljati na ločeni zaslonski sliki, ki prikazuje shemo postaje in trenutni položaj premikajočih se sestavnih delov postaje ter trenutni položaj obdelovancev.

3.4 Nadzor posameznih postaj

V osnovi so vse zaslonske slike enake. Spodnji del zavzemajo gumbi, ki omogočajo prehod med posameznimi slikami. Možen je prehod iz osnovne slike (celotna linija) do slik posameznih postaj in obratno ter tudi prehod med slikami posameznih postaj.

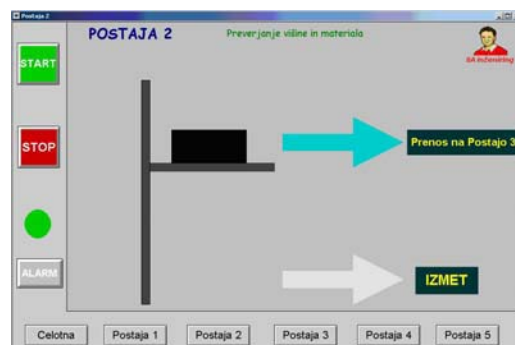
Največji del vseh zaslonskih slik zavzema del, kjer je shematično predstavljena proizvodna linija. Na osnovni sliki je predstavljena celotna linija, kjer lahko vidimo samo informacijo o trenutnem stanju postaj. Na slikah posameznih postaj pa so le-te predstavljene bolj podrobno. Prikazan je namreč tako trenutni položaj obdelovancev kot tudi trenutni položaj premikajočih se sestavnih delov določene postaje. Spodnje slike (slika 3, slika 4, slika 5, slika 6, slika 7) prikazujejo zaslonske slike posameznih postaj:

a) **Prva postaja** - podajanje obdelovancev iz vhodnega skladišča na drugo postajo.



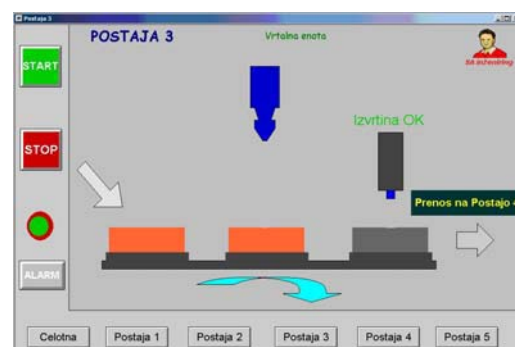
Slika 3: Zaslonska slika prve postaje v obratovanju

b) **Druga postaja** - prepoznavanje materiala obdelovancev, ki je potrebna za pravilno razvrstitev obdelovancev na zadnji postaji, ter merjenje višine obdelovancev.



Slika 4: Zaslonska slika druge postaje v obratovanju

c) **Tretja postaja** - vrtenje vrtilne mize, vrtenje obdelovancev ter kontrola prisotnosti izvrtine na posameznem obdelovancu.



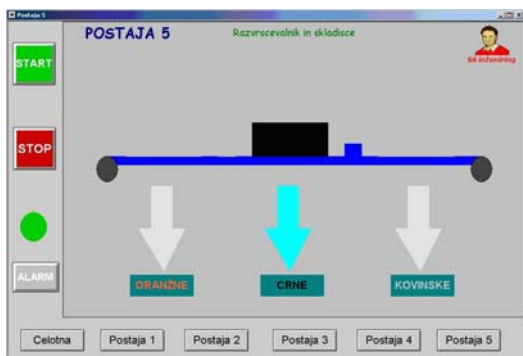
Slika 5: Zaslonska slika tretje postaje v obratovanju

d) **Četrta postaja** - prenos obdelovancev z ustrezno izvrtino na peto postajo oziroma prenos obdelovancev brez izvrtine v izmet.



Slika 6: Zaslonska slika četrte postaje v obratovanju

e) **Peta postaja** - razvrščanje obdelovancev v ustrezno skladišče. Razvrščanje poteka glede na material obdelovanca, ki je bil prepoznani na drugi postaji.



Slika 7: Zaslonska slika pete postaje v obratovanju

4. Nadzor napak

Nadzorni sistem je zasnovan tako, da na napake v delovanju MPS opozarja na različne načine, tako na zaslonski sliki celotne linije kot tudi na zaslonskih slikah posameznih postaj. V primeru, da pride do napake, mesto na proizvodni liniji, kjer se je napaka pojavila postane rdeče barve in začne utripati. Hkrati se pojavi tudi tekstovno obvestilo o vrsti napake, ki je prav tako rdeče barve in utripajoče.

V primeru, da opazujemo zaslonsko sliko ene postaje in pride do napake na neki drugi postaji, vas nadzorni sistem na to opozori z rdečin utripanjem gumba *ALARM* (slika 8), ki se nahaja na vsaki zaslonski sliki. Omenjeni gumb utripa ob nastopu katerekoli napake na proizvodni liniji, in sicer ne glede na to, katero zaslonsko sliko opazujemo.



Slika 8: Gumb *ALARM* pred in po nastopu napake

S klikom na gumb *ALARM* se odpre novo okno z imenom *Tabela ALARMOV*, kjer so zbrani podatki o vseh napakah, ki so se pojavile, in sicer lahko vidimo vrsto napake (tekstovni opis), njeno stanje ter čas njenega nastopa. Posamezna napaka se lahko nahaja v enem izmed treh stanj, ki se ločijo tudi po barvi: aktivna in nepotrjena, neaktivna in nepotrjena ter potrjena. Potrdimo lahko tako posamezne napake, ki jih moramo ustrezno označiti, kakor tudi celotno listo napak.

5. Predstavitvev postopka dela

V uvodnem delu je bil na kratko predstavljen obseg dela, ki ga je zavzemal naš problem. Osnovna posebnost same naloge je, da je problem zelo netipičen za izdelavo nadzornega sistema. V splošnem se nadzorni sistemi za take oblike proizvodnih linij ne izdelujejo na tak način.

Velik del naše naloge je bil tudi namenjen usklajevanju z drugo skupino, ki je skrbela za programiranje krmilnikov. Naša naloga je bila, da smo se uskladili glede spremenljivk, ki so za nas pomembne. Programerjem smo predstavili približen koncept končnega nadzornega sistema in katere signale nam morejo pripraviti. Vso pot razvoja aplikacije smo tesno sodelovali in sproti dopolnjevali koncept – na srečo smo projekt delali v istem prostoru, tako da komunikacija ni bila otežena. Predstavljamo si, da pri resnih projektih to ni tako, a moramo upoštevati, da izkušen razvijalec veliko bolje pozna programsko opremo in si lažje že v naprej predstavlja kaj potrebuje. Mi smo celoten programski paket večinoma spoznavali sproti, tako da smo končno izvedbo morali sproti nekoliko prilagajati.

Pri izdelavi nadzornega sistema smo se vseskozi zaletavali ob dejstvo, da je proizvodna linija narejena zelo nazorno in potek proizvodnje posameznega obdelovanca se veliko bolje vidi s pogledom na linijo, kot pa z

opazovanjem preko nadzornega sistema na računalniku.

Problem takega načina proizvodnje je v tem, da je količina podatkov omejena na določeno število diskretnih senzorjev, ki predstavljajo le indikacijo končnih položajev; vmesna stanja pa so nemerljiva.

Za primer, če navedemo transportno roko: Zanj vemo le kdaj pride v eno izmed končnih leg, kaj pa se z njo vmes dogaja z nadzornim sistemom ne moremo ugotoviti.

Drug problem je sama hitrost delovanja proizvodnega sistema. Če želimo, da naprava deluje z maksimalnim izkoristkom, se vsi premični deli premikajo zelo hitro. Ker je hitrost prenosa podatkov po mrežni povezavi zelo omejena, je tu nastopil problem, da določene spremembe na nadzornem sistemu nismo mogli zaznati.

Problem smo v določenem trenutku reševali tudi tako, da smo morali programerje proizvodnega sistema prositi, da so določen postopek nekoliko upočasnili, da smo ga mi nato na nadzornem sistemu lahko prikazovali. Vsekakor to ni način dela v praksi, vendar z dano opremo drugačna rešitev ni bila možna. To je zopet eden od razlogov, zakaj izdelava nadzornega sistema v takšni obliki za dani proizvodnji sistem ni najbolj primerna.

Pri izdelavi nadzornega sistema smo se veliko posluževali kratkih pomožnih programov (programski jezik je podoben C-ju), s katerimi smo določeno vrednost spremenljivke zadržali, da smo jo lahko prikazali na zaslonu. S pomožnimi programi smo tudi nadzirali prikazovanje obvestil o mestu napak kar na sami zaslonski sliki. Prikazovanje opozoril o napakah na zaslonski sliki pa je po našem mnenju tudi ena od redkih zelo uporabnih funkcij takšnega nadzornega sistema. Ker se na zaslonu v primeru napake izpiše točna lokacija in vzrok napake, ima operater zelo lahko delo, da napako odpravi. Lociranje napake na fizični postaji je veliko težje, saj so obdelovanci majhni v

primerjavi z napravo in operater lahko hitro spregleda pravi vzrok in mesto napake.

Za konec bi dodali, da je specifičnost problema prav v tem, da je nekoliko netipičen za izdelavo nadzornega sistema. Nadzor nad napravo je vsekakor dobrodošel, vendar je v takem obsegu stroškovno verjetno neprimeren za naročnika. Verjetno naročnik ne bi sprejel visoke cene, ki jo izdelava takega nadzornega sistema zahteva, saj je končna učinkovitost premajhna glede na vložena sredstva.

Predlog rešitve v tem primeru bi lahko bil majhen nadzorni panel, ki bi omogočal prikazovanje stanja naprave. Glavna naloga tega panela bi bila opozarjanje na napake, saj so te na realni napravi težje opažene, kot je že omenjeno. Taka rešitev bi verjetno pomenila veliko boljše razmerje med samim učinkom in potrebo po vloženi sredstvih.

6. Sklep

Vsi avtorji smo redni študentje petega letnika (deveti semester, smer procesna avtomatika) Fakultete za elektrotehniko Univerze v Ljubljani. Nadzorni sistem je bil narejen v sklopu predmeta Seminar: Vodenje sistemov III. Pri izdelavi sistema je prišla predvsem do izraza naša sposobnost dela v skupini in povezovanje določenih znanj, ki smo jih pridobili pri drugih predmetih na našem programu.

7. Literatura

- [1] D. Matko: Računalniško vodenje procesov, Založba FER, Ljubljana 1995
- [2] USDATA, FactoryLink 7, Getting started guide, Version 7.1, 2002
- [3] USDATA, Factory link 7, Device interfaces - Using OPC and other technologies, Version 7.1, 2002