

Programiranje ASRS20 stanice za sortiranje predmeta i realizacija upravljanja pomoću SCADA sistema

Studentski rad

Aleksandra Radovanović, Srđan Granić
Studenti drugog ciklusa studija
Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Istočnom Sarajevu
Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina
alexradovanovic27@gmail.com, srdjangranic@gmail.com

Sažetak — U ovom radu opisan je postupak sortiranja radnih predmeta na ASR radnoj stanici. Upravljanje ASR stanicom realizovano je pomoću PLK iz serije *Siemens SIMATIC S7-300*, dok se nadzor i upravljanje procesom ostvaruje pomoću *SCADA WinCC flexible* programskog paketa. Kao HMI uređaj korišćen je personalni računar i *WinCC flexible Runtime* okruženje. Sva oprema korišćena pri realizaciji zadatka nalazi se u laboratorijama Elektrotehničkog fakulteta u Istočnom Sarajevu i dostupna je studentima za učenje i realizaciju projektnih zadataka. Ovaj rad pokazuje jedan od primjera integracije PLK i SCADA sistema u cilju upravljanja automatizovanim procesom, uz odgovarajući *Human Machine Interface* koji korisniku omogućava vizealni prikaz procesa i njegov nadzor.

Ključne riječi - FESTO; PLK Siemens S7-300; SCADA; HMI;

I. UVOD

Stanica ASRS20 (eng. *Automatic Storage and Retrieval*) je FESTO didaktik edukacioni model za prikaz (simulaciju) procesa automatizacije sortiranja predmeta sa proizvodne trake (slika 1). Sastoji se od pneumatske hvataljke, kojom se predmeti preuzimaju i sortiraju na željenu poziciju u magacinu, magacina sa 35 mjesta za predmete, elektro motora sa enkoderima i mnogobrojnih krajnjih prekidača i rid kontakata [1].

Sortiranje predmeta u magacinu ostvaruje se pomoću pneumatske hvataljke koja se pomjera po 3 ose. Hvataljka se pomjera pomoću jednosmjernih motora po dvije ose, a pomjeranje po trećoj osi koristi pneumatski cilindar. Stanica nema ugrađene senzore za pozicioniranje hvataljke i predmeta za sortiranje, kao ni signalizaciju slobodnih/zauzetih mjesta u magacinu. Da bi se proces sortiranja automatizovao bilo je potrebno unaprijed proračunati i definisati kretanje hvataljke za svako od raspoloživih mjesta u magacinu, memorisati stanje raspoloživih mjesta u magacinu i vizuelno prikazati stanje magacina. Pored automatskog režima upravljanja potrebno je bilo realizovati režim ručnog rada da bi u slučaju neregularnih stanja korisnik mogao vratiti hvataljku u željeni

položaj. Za realizaciju upravljanja procesom sortiranja na radnoj stanici koristi se procesni računar. U ovom slučaju korišten je programabilni logički kontroler (PLK) iz serije *Siemens SIMATIC S7-300*.



Slika 1. Korištena ASRS20 stanica u laboratoriji fakulteta.

II. DIJELOVI ASRS20 FESTO STANICE

A. Ulazno/izlazni modul

Ulazno/izlazni modul PLK koristi se za povezivanje aparature sa procesnim računarom. Svi diskretni ulazi i izlazi PLK koji su korišteni za upravljanje aparaturom povezani su pomoću 24 pinskog konektora sa terminalom čija je oznaka XMA1. Signali sa inkrementalnih enkodera su povezani sa PLK pomoću terminala XMA1. Kontrolni panel sa upravljačkim tasterima povezan je sa PLK pomoću terminala XI 1 [1].

B. DC motor sa inkrementalnim enkoderom

Pomjeranje hvataljke po x i y osi ostvareno je sa dva jednosmjerna motora. Za pogon jednosmjernih motora korišteni su za to predviđeni drajveri. Pomoću PLK može da se odabere koji motor želi da se pokrene i u kojem smjeru da se okreće, a to se vrši pomoću diskretnog izlaza na PLK. Drajveri motora sadrže dvije predefinisane brzine koje se takođe mogu da odaberu aktiviranjem dva diskretna izlaza (Q136.6 – Q136.7) iz PLK. Motorima se upravlja pomoću 4 diskretna izlaza iz PLK (Q136.0 – Q136.3). Motori na sebi posjeduju inkrementalne enkodere koji su direktno povezani sa ulazima PLK i pomoću kojih može da se odredi trenutna pozicija hvataljke [1].

C. Pneumatska hvataljka

Predmeti se preuzimaju i spuštaju pomoću pneumatske hvataljke (slika 2). Hvataljka se upravlja pomoću diskretnog signala sa PLK (Q136.5) koji aktivira odnosno deaktivira monostabilni pneumatski cilindar. Kada cilindar nije aktivan hvataljka se nalazi u otvorenom položaju, a kada se cilindar aktivira hvataljka se zatvara [1].



Slika 2. Pneumatska hvataljka kojom se prenose radni predmeti do mjesta za sortiranje.

D. Magacin

U sklopu opisane ASR stanice nalazi se magacin (slika 3) za sortiranje radnih predmeta sa ukupno 35 mjesta. Sastoji se od pet nivoa, od kojih svaki ima sedam mjesta za skladištenje predmeta.



Slika 3. Magacin za skladištenje radnih predmeta na ASR stanici.

E. Upravljački panel

Opisana ASR stanica ima upravljački panel koji omogućava funkcije START, STOP, RESET i izbor režima upravljanja (ručno ili automatsko).

TABELA 1. Lista ulaza i izlaza upravljačkog panela stanice.

Upravljački panel	I 137.0	START	S1	Start taster
	I 137.1	STOP	S2	Stop taster
	I 137.2	Auto/Man	S3	Prekidač za automatsko i ručno upravljanje
	I 137.3	RESET	S4	Reset taster
	Q 137.0	L_START	H1	Svjetlo za indicaciju pritiska na Start taster
	Q 137.1	L_RESET	H2	Svjetlo za indicaciju pritiska na Reset taster
	Q 137.2	L_SPEC1	H3	Svjetlo za indicaciju specijalne funkcije 1
	Q 137.3	L_SPEC2	H4	Svjetlo za indicaciju specijalne funkcije 2

Osnovne funkcije koje se nalaze na upravljačkom panelu su takođe omogućene u ručnom režimu upravljanja izborom odgovarajućih manualnih prekidača na dodatnom modulu PLK-a. Koristeći signale enkodera na X i Z osama povezanim na brze brojače ulaza PLK-a, omogućava se slobodno programiranje kretanja po osama.

III. REALIZACIJA UPRAVLJANJA ASRS20 STANICOM

Za upravljanje ASR stanicom za sortiranje predmeta koristi se *Siemens SIMATIC S7-300* (slika 3) programabilni logički kontroler iz familije *Siemens Simatic S7*. Ova serija kontrolera je najzastupljenija u familiji SIMATIC. Razlozi za to su višestruki. Prvi je to što je njegova cijena dosta niža u odnosu na velike PLK sisteme, drugi je to što iako je manji po veličini, može ispuniti iste zahtjeve kao i S7-400 (sa smanjenim brojem U/I). PLK uređaji iz serije S7-300 odlikuju se modularnim dizajnom sa širokim spektrom modula koji omogućavaju optimalnu adaptaciju različitih zadataka automatizacije.

A. Ručno upravljanje procesom sortiranja

Prvi upravljački zadatak, koji je u okviru upravljačkog algoritma za ASRS20 stanicu bilo potrebno uraditi je odrediti početnu ili HOME poziciju hvataljke. Aktivni radni opseg po X i Z osama je definisan između sigurnosnih (graničnih) prekidača linearnih pogonskih jedinica. Da bi se realizovalo kretanje po osama koristeći inkrementalni enkoder, potrebno je prvo definisati početni položaj i referentne pozicije koje su ujedno i lokacije za skladištenje predmeta.

Da bi se realizovalo ručno upravljanje hvataljkom i procesom sortiranja, za programiranje je korišten dodatni PLK modul SM374 (slika 4). Kada se ručno upravlja hvataljkom pomoću odgovarajućih prekidača na pomoćnom modulu PLK bira se smjer kretanja (gore, dole, lijevo, desno) sve dok se ne dođe do željene pozicije. Promjenom pozicije ovih prekidača ručno se setuju vrijednosti odgovarajućih ulaznih tačaka diskretnih ulaznih modula PLK. Takođe ručno se upravlja otvaranjem/zatvaranjem hvataljke prilikom uzimanja i ostavljanja predmeta i izvlačenjem hvataljke da bi se predmet našao tačno iznad željenog mjesta za skladištenje. Takođe, moguće je ručno izabrati jednu od dvije brzine kretanja hvataljke. Ako je izabrano ručno upravljanje procesom sortiranja, korisnik sam vodi evidenciju broja i rasporeda zauzetih mjesta u magacinu.



Slika 4. Izgled PLK uređaja iz SIMATIC S7-300 serije (lijevo) i izgled dodatnog modula Modul SM374 (desno).

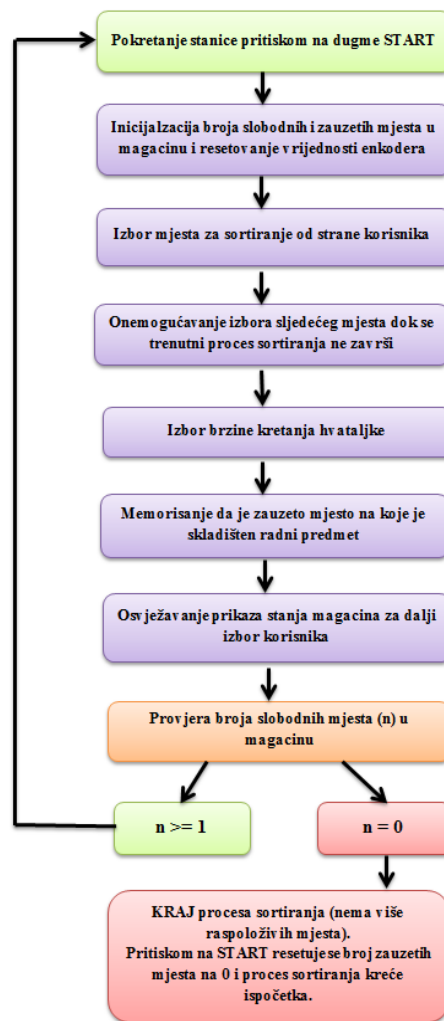
B. Automatsko upravljanje procesom sortiranja

Ako je izabrano automatsko sortiranje predmeta, korisnik vrši samo izbor željenog mjesta (od 1 do 35) za skladištenje predmeta i izbor brzine hvataljke. Kretanje hvataljke kao i memorisanje broja i rasporeda raspoloživih mjesta za skladištenje u ovom slučaju definisano je u programu koji koristi PLK. Na slici 5 prikazan je algoritam automatskog upravljanja ASR stanicom za sortiranje. Pomoću ovog algoritma realizovano je kretanje hvataljke do željene pozicije na policama za skladištenje (5 policama od kojih svaka ima 7 mjesta za skladištenje radnih predmeta).

Kretanje hvataljke je proračunato na osnovu trenutnog stanja enkodera i unaprijed definisane početne HOME pozicije. Ovo je realizovano tako da je prvo hvataljka već opisanim ručnim upravljanjem dovedena u početnu poziciju i tada se resetuju vrijednosti enkodera. Kretanje je realizovano

sa desna na lijevo, jer se u ovom smjeru vrijednost enkodera inkrementira. Kada bi se kretanje hvataljke realizovalo sa lijeva na desno vrijednost enkodera bi se smanjivala i nakon određenog vremena vrijednosti enkodera bi bile negativne, što bi otežalo proračun i tražilo dodatne blokove za konverziju ovih vrijednosti. Svi dodatni blokovi u programu usporavaju samu aplikaciju i iz ovog razloga kao i radi jednostavnosti rješenja kranji desni položaj je izabran kao početni položaj hvataljke.

Na kraju je bilo potrebno realizovati memorisanje zauzetih mjesta u magacinu stanice i onemogućiti izbor ovih mjesta. Takođe, jedan od zahtjeva je bio i taj, da korisnik ima vizuelni prikaz raspoloživih mjesta u magacinu pomoću SCADA aplikacije. Realizovana SCADA aplikacija omogućava korisniku jednostavan nadzor i upravljanje procesom pomoću računara. Pomoću SCADA aplikacije pored izbora i prikaza slobodnih mjesta može se izabrati jedna od dvije brzine kretanja hvataljke (normalni ili brzi režim kretanja hvataljke).



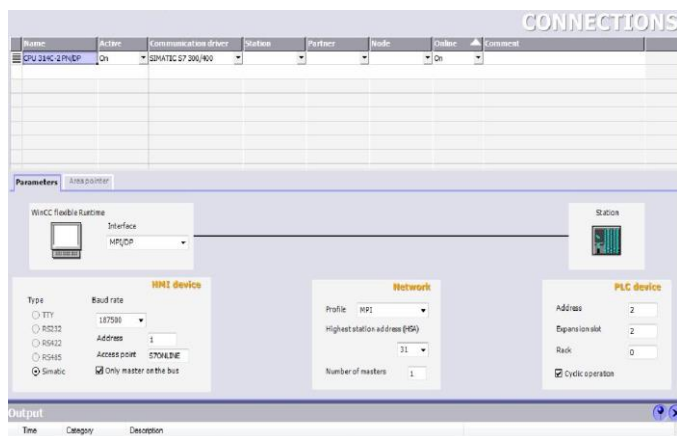
Slika 5. Blok dijagram toka za upravljanje stanicom za sortiranje radnih predmeta.

IV. POVEZIVANJE PLC I SCADA SISTEMA ZA VIZUEALIZACIJU PROCESA SORTIRANJA

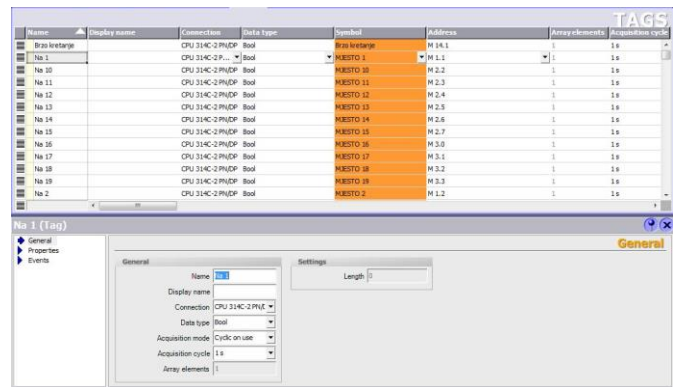
Za vizuelnu prezentaciju opisanog procesa sortiranja radnih predmeta izabran je programski paket WinCC flexible. Ovaj softver se koristi za kreiranje aplikacija kojima se osvaruje nadzor, upravljanje i prikupljanje podataka o željenom procesu ili upravljačkom sistemu. Aplikacije kreirane pomoću WinCC programskog paketa pored navedenih funkcija omogućavaju i vizealizaciju procesa kojim se upravlja i interakciju radnog osoblja i procesa/mašine (eng. Human Machine Interface – HMI). Takođe omogućava se dojava upozorenja za određena stanja sistema, grafički prikaz veličina u realnom vremenu, skladištenje prikupljenjih podataka kao i kreiranje izvještaja. Iz razloga što je potpuni pristup upravljačkim fukcijama SCADA aplikacije uglavnom onemogućem radnom osoblju, najveći dio upravljanja vrši se od strane kontrolera. Za realizaciju upravljanja ASRS20 stanicom izabran je PLK S7300 koji se takođe nalazi u laboratorijama fakulteta. Ručno i automatsko upravljanje ovom stanicom PLK pomoću kao i vizuelni prikaz procesa upravljanja realizovano je SCADA aplikacijom koja će u nastavku biti opisana. [3]

Svi elementi grafičkog prikaza povezani su procesnim tagovima, koji ujedno predstavljaju vezu između SCADA aplikacije i PLK. Tagovi mogu biti eksterni (spoljašnji) i interni (unutrašnji). Eksterni tag predstavlja vrijednost određenje memorijske lokacije u PLK. Interni tagovi služe za memorisanje lokalnih varijabli SCADA aplikacije.

Veza PLK i HMI uređaja (u ovom slučaju PC računar) ostvarena je pomoću USB-MPI/DP komunikacije. Sva podešavanja MPI komunikacije izvršena su u meniju *Communication*, u editoru Connections u SIMATIC softveru. MPI komunikacija u ovom slučaju imala je sljedeće parametre: brzine prenosa (187.5 Kbit/s), interfejs MPI/DP, HMI uređaj adresiran pod brojem 1, PLK adresiran pod brojem 2. Prozor sa ovim podešavanjima prikazan je na slici 6.



Slika 6. Podešavanje MPI komunikacije sa PLK.



Slika 7. Editor baze podataka tj. Tags editor.

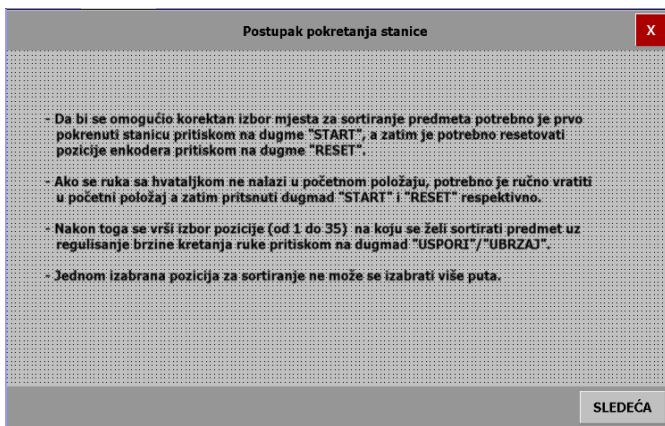
U meniju *Communication/Tags* vršimo unos eksternih i internih tagova. Kada se kreira eksterni tag bitno je navesti vezu sa PLK sa kojeg se vrijednost tag-a očitava, tip varijable koja se čuva pod ovim tagom kao i adresu lokacije iz memorije PLK. Korištene eksterni tagovi i odgovarajuće adrese u memoriji PLK prikazane su na slici 7. Svaka promjena adresiranja u memoriji PLK zahtijeva promjenu parametara odgovarajućeg eksternog tag-a u SCADA aplikaciji. Dalje se vrši povezivanje eksternih i internih tagova sa odgovarajućim grafičkim elementima aplikacije u *Tools* meniju.

V. OPIS SCADA APLIKACIJE ZA UPRAVLJANJE ASRS20 STANICOM

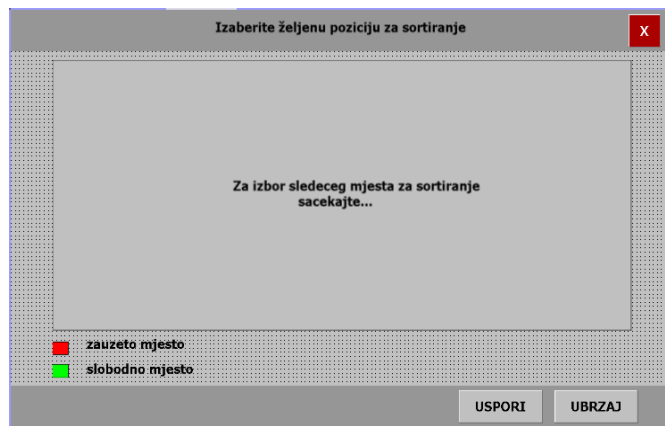
Koristeći opisani programski paket *SIMATIC WinCC flexible* kreirana je SCADA aplikacija za upravljanje korištenom ASR stanicom za sortiranje. Cilj je bio da aplikacija olakša korisniku upravljanje stanicom, spriječi izbor pogrešnog mjesta za sortiranje, da bolji pregled stanja u magacinu i naravno da omogući distribuirano upravljanje stanicom. Aplikacija se sastoji iz 3 prozora: *Pocetna*, *Pokretanje* i *Sortiranje*.



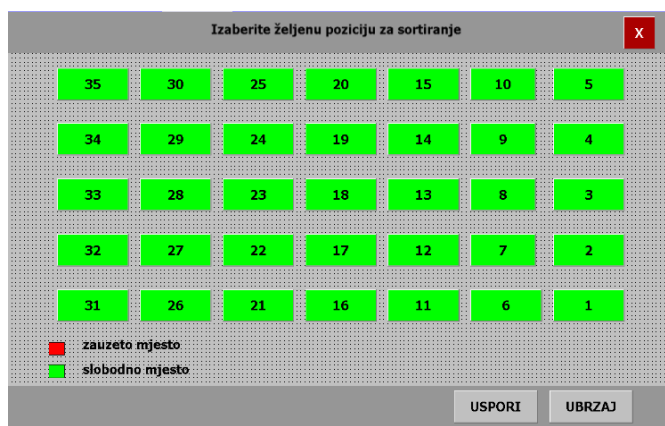
Slika 8. Izgled prozora sa nazivom "Pocetna".



Slika 9. Izgled prozora sa nazivom “Pokretanje” sa odgovarajućim koracima u procesu upravljanja sortiranjem predmeta.



Slika 11. Izgled prozora “Sortiranje” sa prikazom odgovarajućeg panela za upozorenje dok je proces sortiranja u toku.



Slika 10. Početni prikaz prozora “Sortiranje” kada su sva mjesta za sortiranje predmeta u magacinu na raspolaganju.



Slika 12. Izgled prozora sa nazivom “Sortiranje” sa prikazom zauzetih i slobodnih mjesta u magacinu.

U prozoru “Pokretanje” (slika 9) detaljno je opisana procedura pokretanja FESTO stranice i postupka sortiranja radnih predmeta u magacinu stanice. Pritiskom na dugme “SLEDEĆA” prelazi se u prozor “Sortiranje”.

Prozor “Sortiranje” posjeduje osnovne kontrole za upravljanje procesom sortiranja, a to izbor mjesta za skladištenje predmeta i izbor brzine kretanja hvataljke sa predmetom. Kretanje hvataljke može biti u jednoj od dvije brzine (normalni i brzi režim kretanja). Mjesta za sortiranje su predstavljena dugmadima sa oznakama od 1-35 respektivno prema poziciji mjesta na stalaži za sortiranje (slika 10). Numeracija mjesta u magacinu za sortiranje je realizovana sa desna na lijevo u skladu sa kretanjem hvataljke pri prenosu radnog predmeta do željenju pozicije. Kada se pritiskom na odgovarajuće dugme izabere mjesto za sortiranje, prikaže se panel sa porukom “Za izbor sledećeg mjesta za sortiranje sačekajte” (slika 11). Ovaj panel onemogućava izbor sledećeg mjesta sve dok se ne završi trenutni proces sortiranja i korisniku se ne prikaže novi raspored slobodnih mjesta za sortiranje u magacinu.

Svako dugme je obojeno u zeleno/crveno u zavisnosti da li je mjesto za sortiranje slobodno/zauzeto (slika 12). Nakon uspješnog skladištenja predmeta na izabrano mjesto ovaj panel se skloni i omogućen je nastavak sortiranja predmeta. Na prozoru “Sortiranje” u donjem desnom uglu nalaze se dva dugmeta, USPORI i UBRZAJ za izbor jedne od dvije brzine kretanja ruke sa hvataljkom. U donjem lijevom uglu nalazi se legenda značenja boja dugmadi za izbor mjesta za sortiranje.

VI. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisana je praktična primjena PLK u realizaciji upravljanja ASR stanicom za sortiranje radnih predmeta u magacinu. Realizovano upravljanje nudi mogućnost izbora ručnog i automatskog rada hvataljke pomoću koje se radni predmeti prenose do mjesta za sortiranje.

Stanica za sortiranje za koju se realizuje upravljanje pomoću PLK često je udaljena ili je integrisana u neki veći sistem i u mnogim slučajevima zahtijeva stalni nadzor i

upravljanje. Zbog toga je pored upravljanja sa PLK, napravljen operatorski (korisnički) HMI interfejs koji je čini sastavni dio SCADA sistema. Primjenom *Siemens*-ovog programskog paketa *WinCC flexible* ostvarena je vizuelizacija prikaza stanja u magacinu za skladištenje radnih predmeta, zaštita od pogrešnog izbora već zauzetog mjesta u magacinu i omogućen je izbor brzine kretanja hvataljke.

SCADA sistem ostavlja mogućnost za dalju nadogradnju upravljanja i nadzora ovog sistema u vidu praćenja i prikazivanja alarmnih stanja, ostvarivanje komunikacije sa distribuiranim sistemima i još mnoge druge mogućnosti.

LITERATURA

- [1] W. Eckart, "FESTO Automatic Storage and Retrieval System - ASRS20 MPS Manual," Festo Didactic GmbH & Co, Denkendorf, 2002.
- [2] A. Radovanović, "Upravljanje saobraćajem na složenoj raskrsnici," Diplomski rad, Elektrotehnički fakultet, Istočno Sarajevo, decembar 2014.
- [3] M. Kaplarević, "Realizacija elektromotornog pogona primenom PROFIBUS i USS komunikacije," Novi Sad, jun 2009.

ABSTRACT

This paper describes the process of sorting workpieces on ASR workstation. The management of the ASR station was realized with the PLK from the Siemens SIMATIC S7-300 series, while the supervising and process control is realized using the SCADA WinCC flexible software package. A personal computer and a WinCC flexible Runtime environment were used as HMI devices. All equipment used in the task realization is located in faculty laboratories and is available to students for learning and realization of project assignments. This paper shows one example of the integration of the PLK and SCADA system in order to manage the automated process, with the appropriate Human Machine Interface that allows the user to visualize the process and control.

PROGRAMMING ASRS20 STATION FOR ITEMS SORTING AND REALIZATION OF MANAGEMENT USING SCADA SYSTEM

Aleksandra Radovanović, Srđan Granić