

Primjena *Profibus* protokola u komunikaciji između PLK S7-300 i distribuiranog perifernog modula ET 200M

Marko Bošković, Milica Ristović Krstić, Slobodan Lubura

Elektrotehnički fakultet

Univerzitet u Istočnom Sarajevu

Istočno Sarajevo, Bosna i Hercegovina

marko.boskovic@etf.unssa.rs.ba, milica.ristovic@etf.unssa.rs.ba, slubura@etf.unssa.rs.ba

Sažetak—U ovom radu je opisana primjena *Profibus (PROcess FieldBUS)* protokola u komunikaciji između PLK S7-300 i distribuiranog perifernog modula ET 200M. Date su karakteristike industrijskih mrežnih protokola (*fieldbus*), i osnovni koraci pri konfiguraciji komunikacije kao i dijagnostički postupci za detekciju i otklanjanje grešaka. Na osnovu *Profibus* komunikacije ostvareno je decentralizovano upravljanje stanicom za rezanje daske sa PLK korišćenjem distribuiranog perifernog modula ET 200M. Time je omogućena relokacija kontrolera kako bi se upravljalo decentralizovanim uređajima, čime se povećava efikasnost i fleksibilnost sistema, značajno smanjuju instalacione procedure i troškovi, prvenstveno u pogledu ožičavanja sistema.

Cljučne riječi—*Profibus; Programabilni logički kontroler (PLK); Fieldbus; Master-slave; Process control*

I. UVOD

Posljednjih godina automatizacija industrijskih sistema se ubrzano razvija. Pokretačku snagu za novonastale promjene čine stalni pritisak za što nižim proizvodnim troškovima, potražnja i kontinuitet u visokom kvalitetu proizvoda, poboljšana radna pouzdanost, fleksibilnost sistema i sl. Kao rezultat ovih promjena razvile su se *fieldbus* tehnologije prelazom sa analogne na digitalnu komunikaciju koje omogućava detaljne razmjene informacija o statusu proizvodnog sistema i njegove okoline. Digitalna komunikacija takođe omogućava funkcije centralizovanog upravljanja sa kontrolerom koji može da se relocira kako bi se upravljalo decentralizovanim uređajima, što značajno smanjuje instalacione procedure, prvenstveno ožičavanje sistema. Osim toga, svjetska standardizacija interfejsa otvara put daljeg razvoja automatizacije [1].

Cilj rada je da se da jasan uvid u mjesto koje zauzima *Profibus* u hijerarhiji industrijskih komunikacija i automatizaciji sistema, opišu tipovi *Profibus* protokola, a da se odgovarajući *Profibus* protokol primijeni u komunikaciji između PLK S7-300 i perifernog modula ET 200M na primjeru upravljanja stanicom za rezanje daske, u Laboratoriji za PLK na ETF u I. Sarajevu.

Rad je organizovan na sljedeći način: opisani su osnovni principi *fieldbus* tehnologije, i njena implementacija i primjene sa *Profibus* protokolom. Razmotreni su dijagnostički postupci za detekciju i otklanjanje grešaka u komunikaciji. Zatim su predstavljeni osnovni koraci pri povezivanju i uspostavljanju komunikacije između CPU 315F-2PN/DP i modula ET 200M. Na kraju je analiziran rad stanice za rezanje daske i napisan je program primjenom *ladder* programskog jezika kojim se rješava postavljene zadatke.

II. RAZVOJ PROFIBUS KOMUNIKACIJE KROZ ISTORIJU

Prvi *fieldbus* sistemi uvezeni su na tržište 80-tih godina dvadesetog vijeka. 1987. godine započet je projekat za razvoj i testiranje otvorenog *fieldbus* standarda koji je ujedno i početna tačka za razvoj *profibus* komunikacije. Pod okriljem organizacije „*PROFIBUS & PROFINET International (PI) fieldbus organisation*“, stvoren je bit-serijski *fieldbus* sistem i to je početni korak u razvoju *Profibus* i *Profinet* tehnologije te njihove distribucije na globalnom nivou. Sa preko 30 miliona instaliranih *fieldbus* uređaja, *Profibus* protokol je lider na globalnom tržištu u polju industrijskih komunikacionih sistema [1,2].

Profibus je *fieldbus* tehnologija na bazi standarda automatizacije *PROFIBUS & PROFINET International (PI)*. PI je razvio *Profibus* protokol zasnovan na *Ethernet* protokolu i ostvario uspjeh na tržištu. *Profibus* i *Profinet* koriste identične profile uređaja, čime se stvara sigurnost ulaganja i zaštita investicija za korisnike i proizvođače ovih tehnologija. Oba sistema pokrivaju oblasti proizvodne i procesne automatizacije, a time omogućavaju mješovite (hibridne) primjene, koje su najčešće nezaobilazne u proizvodnji unutar različitih industrijskih grana. *Profibus* se koristi za komunikaciju kontrolera i upravljačkih sistema sa sensorima i aktuatorima kao komponentama *fieldbus* sistema i omogućava istovremenu razmjenu podataka sa *master* (nadređenim) sistemima. Ključne tehnologije su uključene u usvojene standarde IEC 61158 i IEC 61784, pri čemu je *Profibus* sastavni dio ovih standarda.

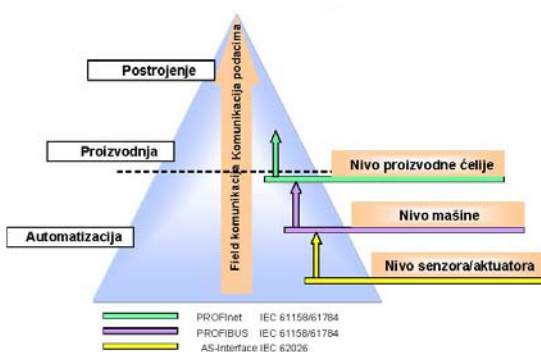
III. HIJERARHIJA U INDUSTRIJSKOJ KOMUNIKACIJI

Industrijski sistemi mogu da se organizuju na hijerarhijski način tako da svakom nivou odgovara nivo komunikacije koji postavlja specifične zahtjeve u pogledu komunikacione mreže. Na Sl. 1 prikazani su tipični nivoi komunikacije kod industrijskih sistema. Komunikacije se u svakom trenutku dešavaju na horizontalnom nivou (nivo mašine) kao i vertikalno duž nekoliko hijerarhijskih nivoa istovremeno. Slojevita i koordinisana industrijska komunikacija, kao što je *Profibus* sa prelazom na niži nivo u vidu *AS-Interface*, i prelazom na viši nivo u vidu *Ethernet-a* (putem PROFInet) pružaju odlične uslove za umrežavanje u svim oblastima proizvodnog procesa. Najniži nivo je vezan za sam proizvodni proces i obuhvata senzore, aktuatora i mašine, a zatim slijedi nivo proizvodne ćelije, i na samom vrhu glavni zadatak je menadžment i upravljanje proizvodnjom.

Nivo senzora, aktuatora. Na ovom nivou uspostavlja se komunikacija koja povezuje senzore i izvršne organe zamjenjujući klasično ožičavanje ulaza i izlaza. S obzirom da su rastojanja između uređaja relativno mala bitno je da su vremena odziva takođe mala, vrijednosti ispod jedne milisekunde. Razmjenjuju se relativno male količine podataka pošto senzori u pogonu šalju trenutne vrijednosti mjerenih veličina. *AS-Interface* predstavlja pogodnu opciju za komunikaciju na ovom nivou.

Nivo mašine. Na ovom nivou nalaze se automatizovani dijelovi pogona koji mogu da budu u vidu distribuiranih stanica ili nezavisne automatizacije pojedinačnih mašina. Ovde se razmjenjuju veće količine podataka, rastojanja između elemenata u sistemu su mnogo veća, dio operacija se obavlja distribuirano u lokalnim stanicama u okviru mreže, tako da su vremena odziva veća. Prenos procesnih podataka se vrši po cikličnom sistemu dok se dodatni interapti, konfiguracijski i dijagnostički podaci prenose aciklično, prema zahtjevima. *Profibus* ispunjava ove kriterijume i nudi univerzalno rješenje u proizvodnoj i procesnoj automatizaciji sistema.

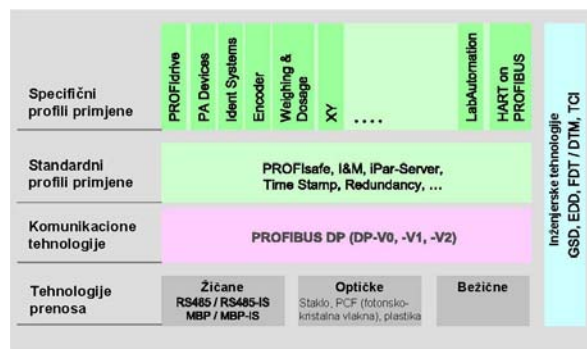
Nivo proizvodne ćelije. Na ovom nivou PLC i industrijski PC računari komuniciraju jedni sa drugima i sa IT sistemima koristeći standarde kao što su *Ethernet*, *TCP/IP*, *Intranet* i *Internet*. Na ovom nivou zahtijeva se prenos veće količine podataka i razne komunikacione funkcije [2].



Slika 1. Hijerarhijski nivoi komunikacije u procesu automatizacije [2]

IV. PROFIBUS “TOOL BOX”

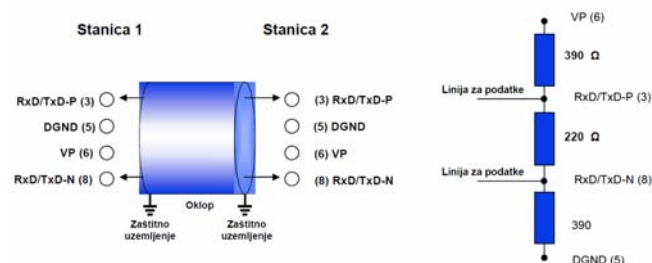
Profibus komunikacioni protokol može da se kombinuje sa različitim tehnologijama koje su kompatibilne jedne sa drugima. Ovim se sfera primjene *Profibus* protokola znatno povećava. Sa takvim „sistemom izgradnje blokova“ kao što je prikazano na Sl. 2, sve primjene mogu da pokriju zadatke u proizvodnoj i procesnoj industriji uključujući i one zadatke o sigurnosti. Jezgro gradivnog blok sistema je *PROFIBUS DP (Decentralised Peripherals)*, komunikacioni protokol, koji je isti za sve primjene i koristi se za komunikaciju između centralizovanih i decentralizovanih *fieldbus* uređaja.



Slika 2. Gradivni blokovi *profibus* sistema [1]

Sa tehnološkog aspekta, niži (komunikacioni) nivo (Sl. 2) je zasnovan na ISO/OSI referentnom modelu. *Profibus* koristi tri nivoa (sloja) komunikacije: 1-fizički sloj, 2-sloj veze i 7-sloj aplikacije. Postoji veći broj mogućnosti za fizički prenos podataka, a koja od njih će se izabrati zavisi od konkretne primjene. RS 485 komunikacioni protokol namijenjen je za primjenu u proizvodnoj i procesnoj industriji bez zahtjeva za zaštitom od eksplozije. Jedinствена brzina se bira za sve uređaje na magistrali pri puštanju sistema u rad pri čemu je moguće povezati do 32 stanice na magistralu. S druge strane, RS 485-IS (*Intrinsically Safe*) protokol pokriva primjene u oblastima u kojima se zahtijeva zaštita od eksplozije. MBP (*Manchester coded Bus Powered*) i MBP-IS tehnologija prenosa podataka posebno su usmjerene ka procesnoj industriji i kontroli napajanja uređaja na magistrali, pored prenosa podataka.

Internacionalni *Profibus* standard EN 50 170 preporučuje 9-pinski D sub konektor za povezivanje *fieldbus* uređaja na magistralu koji odgovara stepenu zaštite IP 20. Na Sl. 3. prikazan je raspored pinova ovog konektora i otpornik za



Slika 3. Ožičenje 9-pinskog D sub konektora i otpornik za zatvaranje magistrale [2]

zatvaranje magistrale. Osim navedenih, za prenos podataka koriste se optička vlakna koja su pogodna u oblastima sa visokom elektromagnetnom interferencijom ili gdje se zahtijevaju veća mrežna rastojanja.

V. TIPOVI PROFIBUS PROTOKOLA I DP UREĐAJA U SIMATIC S7 SISTEMIMA

U praksi se koristi više različitih *Profibus* protokola u zavisnosti od uslova rada *Profibus* mreže:

PROFIBUS DP (*Decentralised Peripherals*). Protokol namijenjen za komunikaciju između PLK i distribuiranih periferija na nivou postrojenja. Fizički nosilac informacija je RS 485 ili optički kabal, brzina prenosa informacija je 9,6 Kbit/s do 12 Mbit/s. Koristi neku od verzija DP komunikacionih protokola i jedan ili više profila primjene tipičnih za proizvodnu automatizaciju kao što su *Ident Systems* ili *Robots/NC* (Sl. 2).

PROFIBUS PA (*Process Automation*). Protokol namijenjen da pored prenosa podataka, putem komunikacije, obezbijedi sigurno napajanje uređaja u postrojenju (senzora, aktuatora itd.), a može se primijeniti u potencijalno eksplozivnim sredinama. Stoga najčešće koristi MBP-IS tehnologiju prenosa, komunikacioni protokol verzije DP-V1 i profile primjene *PA Devices* (Sl. 2).

PROFIBUS FMS (*Fieldbus Message Specification*). Protokol putem kojeg se prenose poruke koje su značajne za operatere sistema upravljanja, kao što su status komunikacione mreže itd. Projektovan je u cilju komunikacije na nivou proizvodne ćelije, gdje PLK i PC računari komuniciraju jedni sa drugima. Smatra se pretečom *PROFIBUS DP*, međutim nema veliki značaj pri radu sa *fieldbus* uređajima, pa se rijetko primjenjuje u procesnoj automatizaciji [3].

Svaki DP sistem sadrži tri tipa uređaja [4]:

DP Master Class 1 (DPM1). Predstavlja centralni kontroler koji ciklično razmjenjuje podatke sa *slave* uređajima, u zadatom ciklusu. Tipični DPM1 uređaji su PLK i PC računari. DPM1 ima aktivni pristup magistrali, preko kojeg može vršiti očitavanja ulaza distribuiranih uređaja, kao i zapisivanje rezultata na njihove izlaze.

DP Master Class 2 (DPM2). Služi za konfigurisanje, sakupljanje podataka, kao i održavanje, dijagnostiku i upravljanje uređajima. DPM2 ne mora stalno biti povezan na magistralu. DPM2 takođe ima aktivni pristup magistrali.

Slave uređaji. Predstavljaju periferije (I/O uređaji, HMI uređaji, ventili, analizatori itd.) koje čitaju obrađenu informaciju i koriste dobijenu informaciju koja će djelovati na proces. Postoje uređaji koji obrađuju isključivo ulazne i izlazne informacije. Što se tiče komunikacije, *slave* uređaji su pasivni uređaji koji odgovaraju samo na direktne zahtjeve što je jednostavno i isplativo.

Komunikacija između DP *master* i DP *slave* uređaja zasnovana je na *master-slave* principu. Ovo znači da DP *slave* uređaji mogu biti aktivni na magistrali samo onda kada to zahtijeva *master* uređaj. Komunikacija se odvija ciklično u tačno određenom vremenu. DP *slave* uređaji su adresirani u

rastućem redoslijedu počevši od DP *master* uređaja putem liste poziva (*polling list*). U slučaju *mono-master* sistema, samo jedan *master* uređaj je aktivan na magistrali. Tipični *mono-master* sistem je PLK kao centralna upravljačka komponenta povezana sa decentralizovanim *slave* uređajima. Ova konfiguracija omogućava najkraće vremenske cikluse. *Multi-master* sistemi sadrže nekoliko *master* uređaja povezanih na magistralu. Svi DP *master* uređaji mogu da čitaju slike ulaza i izlaza *slave* uređaja, dok samo jedan DP *master* (označen kao DPM1 pri konfiguraciji) može pisati/pristupiti izlazima.

U zavisnosti od konfiguracije i njihove primjene, SIMATIC S7 DP *slave* uređaji mogu da se podijele na:

a) **Kompaktne DP slave uređaje**. Sadrže fiksnu strukturu ulaza i izlaza tako da se ne mogu modifikovati. Grupa ET 200B elektronskih terminala (B označava blok U/I) se sastoji od kompaktnih DP uređaja.

b) **Modularne DP slave uređaje**. Sadrže promjenljivu strukturu ulaza i izlaza. Ona se definiše pri konfiguraciji DP *slave* uređaja primjenom S7 softvera za konfiguraciju. ET 200M su tipični predstavnici ovog tipa DP *slave* uređaja.

c) **Inteligentne DP slave uređaje**. Kod *PROFIBUS DP* mreže, S7-300, PLK koji sadrže komunikacione procesore tipa CPU 315-2, CPU 316-2, CPU 318-2 ili CPU 342-5, mogu da se koriste kao DP *slave* uređaji. S7 softver se koristi za definisanje strukture U/I područja za S7-300 kontroler koji se ponaša kao DP *slave* uređaj. Jedna karakteristika inteligentnih DP *slave* uređaja je što U/I područje nije stvarno postojeće U/I područje nego preslikano od strane pretprocesirajućeg CPU.

B. Pogodnosti primjene Profibus komunikacije

Fieldbus u opštem slučaju, a samim tim i *Profibus* povećava efikasnost i smanjuje troškove kroz životni ciklus procesa. Ključne pogodnosti su:

a) **Optimizovana konstrukcija/instalacija**. Bez *fieldbus* sistema, postoji najmanje jedan set provodnika za svaki uređaj, dok se primjenom *Profibus* komunikacije smanjuje 100 provodnika na samo jedan *profibus* kabal i time se smanjuju instalacioni troškovi i fizički prostor.

b) **Brže povezivanje**. Sa uređajima koji rade pri strujnim nivoima 4-20 mA krajnji korisnik mora da skalira vrijednosti u procesnom uređaju i kontroleru, i one moraju da se podudaraju. Sa *Profibus* protokolom, blokovi analognog ulaza i izlaza su pomjereni od kontrolera u sami procesni uređaj tako da krajnji korisnik sada može da vrši skaliranje sa samo jedne lokacije. Osim toga, slični uređaji različitih proizvođača imaju zajedničke parametre i strukturu što skraćuje obuku i ubrzava proces povezivanja, a konfiguracija putem pristupa magistrali takođe poboljšava efikasnost rada.

c) **Visoka tačnost**. Svi procesni uređaji danas koriste digitalnu tehnologiju. Dakle, pri obradi analognog signala, usljed A/D i D/A konverzija smanjuje se tačnost informacionog signala. S druge strane, primjenom *Profibus* protokola eliminiše se potreba za ovom dvostrukom konverzijom.

d) *Pouzdana verifikacija procesnih promjenljivih.* Bez dvosmjerne komunikacije, vrijednost procesne promjenljive može da bude pogrešna, a da ne postoji informacija o tome. Na primjer, za instrument koji je pokvaren, može da se ne otkrije kvar sve dok se ne desi promjena na procesu. S druge strane sa dvosmjernom komunikacijom se postiže pravovremena informacija o statusu pojedinih uređaja u datom Profibus komunikacionom sistemu.

e) *Omogućeno upravljanje i održavanje procesnim resursima.* Tradicionalno se upravljanje resursima odnosi samo na instrumentaciju. Profibus je proširio ovu primjenu na različite uređaje kao što su računari, mrežni prekidači, kontroleri, motori, mašine kao i sami instrumenti [4].

C. Dijagnostičke funkcije za PROFIBUS DP komunikaciju

Standardni STEP 7 paket nudi višestruke mogućnosti koje se izvršavaju prije samog programiranja zadatka automatizacije: konfiguracija hardverskih komponenti i podešavanje parametara, konfiguracija mreža, veza i interfejsa, projektovanje, kao i otkrivanje grešaka u korisničkom programu. SIMATIC S7 PLK obezbjeđuju dodatne dijagnostičke olakšice za detekciju i lokalizaciju grešaka u postrojenju koje koristi PROFIBUS DP mrežu. Tipovi dijagnostike za DP mrežu implementiranu na SIMATIC S7 mogu da se podijele u četiri grupe:

a) *Dijagnostika primjenom LED indikatora.* Podrazumijeva dijagnostiku korištenjem LED indikatora na CPU, DP master i pojedinačnim DP slave uređajima.

b) *Dijagnostika korištenjem STEP 7 online funkcija.* STEP 7 obezbjeđuje veliki broj online funkcija: *Accessible Nodes*, *Diagnose Hardware* i *Module Information*.

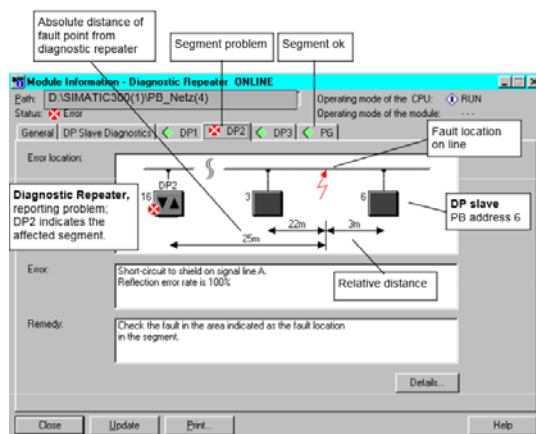
c) *Dijagnostika na osnovu korisničkog programa.* S7 DP slave uređaji su potpuno integrisani u SIMATIC S7 dijagnostički koncept koji obezbjeđuje korisnički program sa odgovarajućim interfejsima za detekciju grešaka i poruke o kvarovima. Sistemska funkcija može da se pozove u korisničkom programu (SFC - poziv sistemske funkcije) da bi se dobila detaljna informacija o stanjima sistema i uzroku grešaka i kvarova.

d) *Dijagnostika primjenom profibus monitora.* Profibus monitor je dostupan za ispitivanje složenih grešaka ili problema u prenosu podataka. Ovaj alat se koristi za snimanje i praćenje prenosa podataka ukoliko se koristi Profibus protokol.

Osim navedenih postupaka, dijagnostiku je moguće izvršiti primjenom dijagnostičkog repetitora koji je po svojoj funkcionalnosti RS 485 uređaj. Koristi se za praćenje RS 485 segmenata u komunikaciji putem Profibus protokola, prisutnih za ispitivanje fizičkih problema tokom rada, kao i za izvještavanje o greškama u prenosu u kابلu do određenog DP master uređaja. Osim standardnih funkcija kao što su galvanska izolacija između dva segmenta magistrale i povezivanje više od 32 čvorova, dijagnostički repetitor omogućava povezivanje trećeg segmenta i stalnu linijsku dijagnostiku na dva povezana segmenta za vrijeme rada

postrojenja [4]. U cilju praćenja problema putem linijske dijagnostike do DP master uređaja, dijagnostički repetitor radi kao DP slave. Linijska dijagnostika dijagnostičkog repetitora se uvijek izvršava u dva koraka: određivanje topologije i praćenje grešaka.

U prvom koraku određuje se topologija koju inicira sam korisnik. Dijagnostički repetitor izračunava sve Profibus adrese na magistrali i apsolutna rastojanja jednih čvorova do drugih. Zatim čuva izračunate vrijednosti u tabeli topologije, internom memorijskom prostoru, koji zadržava vrijednosti i nakon gubitka napajanja. Ako je fizička struktura sistema promijenjena, kroz dodavanje i uklanjanje čvorova, na primjer, korisnik mora ponovo da inicira proceduru određivanja topologije. U svrhu toga, odgovarajući projekat sa dijagnostičkim uređajem se otvara u SIMATIC Manager, Profibus objekat se označi, a zatim se izabere funkcija *PLC/Prepare Line Diagnostic Line*. Nakon što je određena topologija, izabran dijagnostički repetitori i priključeni čvorovi u mrežu, dijagnostički repetitor analizira i procjenjuje signale na segmentima povezanim na DP2 i DP3 konekcije. Osim toga, određuju se rastojanje i tip grešaka. Kada se desi greška, dijagnostički repetitor automatski prenosi poruku. Pri određivanju lokacije, određeno rastojanje može da ima toleranciju približno jedan metar. Poruke sa greškama se prikazuju grafički u STEP 7 kao što je predstavljeno na Sl. 4.



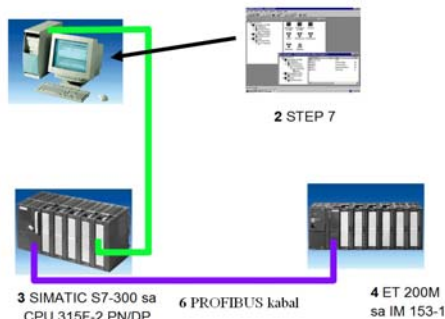
Slika 4. Primjer poruke koje dijagnostički repetitor javlja STEP 7 modul statusu

Dijagnostički repetitor može da odredi sljedeće greške: prekid kabela u signalnim linijama A i B, kratak spoj signalnih linija A ili B do oklopa, nepostojanje terminalnih otpornika, slabe veze, prevelik broj čvorova u segmentu, preveliku udaljenost čvorova od dijagnostičkog uređaja i sl. Treba imati u vidu da dijagnostički repetitor ne može detektovati nepobuđene, dodatno ubačene terminalne otpornike, kao i da detekcija kratkog spoja između signalnih linija A i B nije moguća.

VI. USPOSTAVLJANJE KOMUNIKACIJE I RJEŠENJE ZADATKA UPRAVLJANJA

Na Sl. 4. prikazana je principijelna šema povezivanja PC računara sa PLK S7-300, te veza PLK sa modulom ET 200M

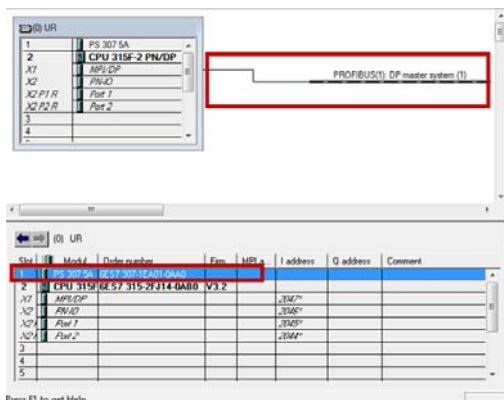
uspostavljena. Da bi se omogućilo programiranje S7-300 putem PC računara, iskoristena je *Ethernet* komunikacija koja je konfigurisana na sljedeći način: u padajućem meniju *Options* izabrana je opcija *Set PG/PC Interface*, a zatim unutar polja *Interface Parameter Assignment Used* izabran je komunikacioni modul koji je aktivan (*Intel (R) 82579LM Gigabit Network Connection. TCP/IP.1 <Active>*).



Slika 5. Profibus komunikacija CPU 315F-2 PN/DP kao master uređaja i ET 200M kao slave uređaja

Unutar projekta kreira se *SIMATIC 300-Station* i izvrši hardverska konfiguracija [6] ubacivanjem modula PLK S7-300: napojna jedinica PS 307 5A, procesor CPU 315F-2PN/DP vodeći računa o tačnom broju i verziji modula.

Da bi se kreirala *Profibus* veza potrebno je podesiti S7-300 kao master uređaj. Unutar CPU 315F-2 PN/DP izabere se MPI/DP blok da bi se konfigurisao *PROFIBUS DP* modul. Zatim se vrši izbor *Profibus* adrese i željene brzine prenosa, profil se konfigurira kao DP, a radni režim izabere kao DP master. Kao rezultat korektno konfigurisane komunikacije korišćenjem *Profibus* protokola prozor sa hardverskom konfiguracijom sadržaće i dio označen na Sl. 5, tj. pojavljuje se vidljiva konekcija za desne strane CPU.



Slika 6. Prikaz konfigurisane profibus komunikacije

Klikom na grafički prikaz *Profibus* veze ubacuje se željeni *slave* uređaj. U ovom slučaju to je IM 153-1, odnosno ET 200M interfejs modul iz hardverskog kataloga pod *PROFIBUS DP*. Potrebno je ručno podesiti *Profibus* adresu *slave* uređaja odgovarajućim DIP prekidačima. Ako se pri konfiguraciji izabere adresa 5, onda je DIP prekidačima potrebno podesiti istu ovu adresu što je prikazano Sl. 7. Svaka

promjena *Profibus* adresa koja se izvrši na *slave* uređajima postaje aktivna tek nakon isključenja i ponovnog uključenja napajanja na *slave* uređaju.



Slika 7. Ručno podešavanje profibus adrese 6 kod ET 200M kao slave uređaja sa DIP prekidačima

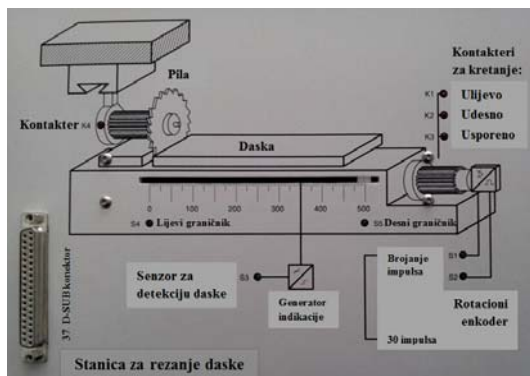
U nastavku se na pozicije 4 i 5 ubacuju ulazni i izlazni digitalni moduli modula ET 200M, SM 321 DI16xDC24V i SM 322 DO16xDC24V/0.5A, respektivno, a na poziciju 6 modul sa 4 analogna ulaza i 2 analogna izlaza SM 334AI4/AO2x8/8Bit. Nakon toga je moguće podesiti adrese ulaznih i izlaznih modula.

Nakon svih ovih koraka hardverska konfiguracija se prvo memoriše na PC računaru, a zatim smiješta u memoriju PLK. Pri tome prekidač kojim se odabira režim rada CPU mora biti postavljen na STOP. Da bi se sve to ostvarilo neophodno je da je uspostavljena komunikacija između PLK i računara. Nakon toga može se pristupiti programiranju PLK, s tim što se treba voditi računa o adresama ulaza i izlaza koje se koriste, te o čitanju podataka sa *Profibus slave* uređaja i slanju podataka na isti.

A. Opis zadatka

Na Sl. 8 prikazana je stanica za rezanja daske koja se napaja sa 24 V/180 mA, dimenzija 260x297x70 m i mase 1,2 kg. Modul ET 200M je povezan sa stanicom za rezanje daske putem 37-pinskog D sub konektora.

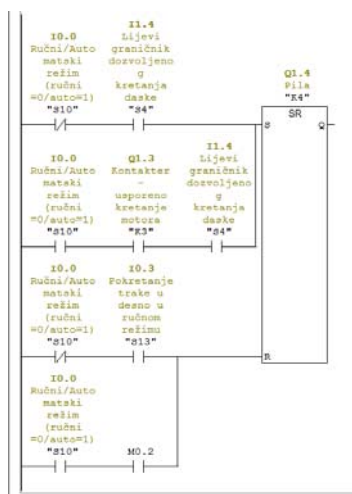
Daska se postavlja na pokretnu traku koju pokreće motor koji ima mogućnost kretanja u dva smjera, te mogućnost brzog i sporog obrtanja (kontakteri K1, K2 i K3). Motor posjeduje dva enkodera koji generišu impulse različitih frekvencija (S1 – veća frekvencija, S2 – manja frekvencija). Put koji daska može pređe na traci ograničen je pomoću dva granična prekidača S4 i S5. Sistem može da radi u ručnom i automatskom režimu u zavisnosti od stanja prekidača S10. U automatskom režimu sistem funkcioniše na sljedeći način: Nakon što se daska postavi na pokretnu traku, pritisne se taster S11, uključuje se motor i traka se pokreće u lijevu stranu. Nakon što senzor S3 detektuje prisustvo trake počinje brojanje signala sa enkodera. Kada se traka primakne pili koja je presijeca motor usporava obrtanje i kada daska dođe do mjesta na koj se presijeca (S4) motor se potpuno zaustavlja. Nakon što se motor zaustavi uključuje se pila koja presijeca dasku. Nakon 5 sekundi od uključenja pile, ona se isključuje, a uključuje se kontakter motora za pokretanje trake u desno, pri čemu je brzina obrtanja motora i dalje redukovana. Brzina obrtanja motora se povećava na istoj onoj poziciji na kojoj se smanjena prilikom dopremanja daske do pile.



Slika 8. Dijelovi stanice za rezanje

U ručnom režimu traka se kreće u lijevu stranu sve dok se drži pritisnut taster S12, kada dođe daska do graničnika S4, bez obzira na stanje tastera, traka se zaustavlja i pokreće se pila za rezanje daske. Pila ostaje uključena sve dok se ne pritisne taster S13 koji istovremeno pokreće traku u desno. Traka se kreće u desno sve dok je taster pritisnut ili dok ne dođe do graničnog prekidača S5. I u ručnom režimu kontrola brzine obrtanja motora izvodi se automatski.

Zadatak je riješen primjenom ladder programskog jezika. Rješenje se sastoji u primjeni tri memorijska bita M0.0, M0.1 i M0.2 koji imaju sljedeće funkcije: M0.0 uključuje kontaktor K1 za kretanje ulijevo, M0.1 se aktivira u trenutku kad se daska detektuje, M0.2 uključuje kontaktor K2 za kretanje udesno. Definisana su dva brojača C1 i C2: C1 počinje da broji impulse u trenutku detekcije daske pri kretanju ulijevo i



Slika 9. Prikaz ladder mreže koja uključuje pilu

rezultat se smiješta u memorijsku riječ MW7, a C2 koji počinje da broji u trenutku isključivanja pile pri kretanju udesno, sa rezultatom koji se smiješta u memorijsku riječ MW9. U oba slučaja C1 i C2 resetuju se u istom trenutku, što se ostvaruje primjenom komparatora i vrijednosti brojača MW7/MW9 za zadatu poziciju. U trenutku resetovanja brojača C1 uključuje se kontaktor K3 za usporeno kretanje. Stanja brojača se mijenjaju kada su ispunjeni svi uslovi za to prema trajanju impulsa sa enkodera (u zavisnosti da li je

usporeno ili ubrzano kretanje). U trenutku dolaska daske u krajnju lijevu poziciju (senzor S4 aktivan) startuje se tajmer T1 koji broji 5s, koji isključuje pilu završetkom brojanja. Na Sl. 9 prikazana je mreža kojom se pokreće kontaktor za uključivanje/isključivanje pile. Aktivacijom bita M0.2 daska se kreće usporeno udesno do pozicije definisane ulazom komparatora IN1=MW9, pri čemu je IN2=zadana vrijednost, nakon čega se resetuje kontaktor K3 za usporeno kretanje, i daska kreće ubrzano do početne pozicije.

VII. ZAKLJUČAK

U ovom radu su opisane karakteristike i osnovni principi primjene Profibus komunikacije u industrijskom okruženju. Date su i mogućnosti za detekciju i otklanjanje grešaka putem različitih dijagnostičkih postupaka. Uspostavljanjem Profibus komunikacije između PLC S7-300 i ET 200M omogućena je funkcija centralizovanog upravljanja sa kontrolerom koji može da se relocira kako bi se upravljalo decentralizovanim uređajima, što bi značajno smanjilo instalacione procedure, prvenstveno ožičavanje sistema.

LITERATURA

- [1] PROFIBUS Technology and Application, System Description, Open Solutions for the World of Automation, PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO), Karlsruhe, Germany, October 2002.
- [2] PROFIBUS System Description Technology and Application, PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. (PNO), Karlsruhe, Germany, November 2010.
- [3] Training document for company-wide automation solution, Totally-Integrated Automation (T I A), Appendix IV Fundamentals of fieldbus systems with SIMATIC S7-300
- [4] Josef Weigmann, Gerhard Kilian, "Decentralisation with PROFIBUS DP/DPV1, Structure, configuration and use of PROFIBUS DP with SIMATIC S7", Publicis Corporate Publishing, Erlangen, 2003.
- [5] James Powel, Henry Vandelinde, "Catching the Process Fieldbus, An Introduction to PROFIBUS for Process Automation", Momentum press, LLC, New Jersey, 2013.
- [6] Training document for company-wide automation solution, Totally Integrated Automation (T I A), MODULE D4, PROFIBUS DP with Master CPU 315-2DP/Slave ET 200M

ABSTRACT

This paper discusses the application of Profibus protocol in communication between PLC S7-300 and distributed peripheral module ET 200M. Features of industrial network protocols (fieldbus), and basic configuration steps for communication and diagnostic procedures for the detection and elimination of errors are considered. Based on Profibus it is achieved decentralized control of sawing table station with a PLC by means of ET 200M. This enables relocation of controller to control decentralized devices, thus increasing the efficiency and flexibility of the system, significantly reducing the installation time and costs, especially in terms of wiring systems.

APPLICATION OF PROFIBUS PROTOCOL IN COMMUNICATION BETWEEN PLC S7-300 AND DISTRIBUTED PERIPHERAL MODULE ET 200M

Marko Bošković, Milica Ristović Krstić, Slobodan Lubura