

# *Upravljanje saobraćajem na složenoj raskrsnici korišćenjem sistemskih funkcija PLK Siemens S7-300*

Aleksandra Radovanović, Milica Ristović  
studentkinje drugog ciklusa studija  
Elektrotehnički fakultet  
Univerzitet u Istočnom Sarajevu  
Bosna i Hercegovina

*Sadržaj*— U radu je opisana kontrola saobraćaja na složenoj raskrsnici u realnom vremenu semaforom koji je programiran uz pomoć specijalnih funkcija programabilnog logičkog kontrolera (PLK) Siemens S7-300. Obzirom da je upravljanje saobraćajem na raskrsnicama, odnosno programiranje samih semafora, opšte poznata problematika, u ovom radu je posebna pažnja posvećena rješavanju problema upravljanja semaforom korišćenjem sistemskih funkcija PLK uređaja. Unaprijed definisane sistemske funkcije se mogu primjeniti prilikom rješavanja velikog broja problema, ali je u ovom radu prikazano kako iskoristiti neke od njih u upravljanju semaforima.

*Gljučne riječi* - raskrsnica; semafor; PLK Siemens S7-300; sistemska funkcija; sat realnog vremena;

## I. UVOD

Semafori su svjetlosni uređaji koji služe za regulaciju saobraćaja. Boja, oblik i veličina svjetala semafora su određeni standardima i oni se uključuju i isključuju određenim redom, u određenim vremenskim trenucima. Prvi moderni električni semafor sa tri boje koji je regulisao saobraćaj u sva četiri smjera napravljen je 1920. godine na jednoj raskrsnici u Detroitu [1]. Danas su semafori nezaobilazan uređaj na raskrsnicama svuda u svijetu i bez njih se ne bi mogao zamisliti saobraćaj, pogotovo u velikim gradovima. Da bi se kvalitetno riješio problem upravljanja semaforom na složenoj raskrsnici, bilo je neophodno detaljno proučiti funkcionisanje sistema za upravljanje saobraćajem.

Kriterijumi uvođenja svetlosnih signala, odnosno semafora, mogu se svrstati u 5 osnovnih grupa: kriterijumi protoka, kriterijumi prioriteta, kriterijum saobraćajnih nezgoda, režimski kriterijumi i kombinovani kriterijumi [2]. Kada se odluči da se uvede signalisana raskrsnica postavlja se pitanje kako će svjetlosni signali raditi. Kriterijumi rada svjetlosnih signala koji se danas najčešće koriste su: kriterijum minimiziranja vremenskih gubitaka, kriterijum maksimiziranja kapaciteta, kriterijum maksimalno prihvatljive dužine reda i kriterijum minimiziranja ukupnih troškova korisnika. U funkcionalnom smislu, raskrsnica je prostor na čije korišćenje polažu pravo različiti saobraćajni tokovi, koji to pravo ne mogu realizovati istovremeno. Upravljački je neophodno regulisati odvijanje saobraćajnog procesa tako da se svi prisutni zahtjevi opsluže prema određenom kriterijumu, a da to ne ugrozi bezbjednost saobraćaja i bude što efikasnije. Osnovna dva kriterijuma u optimizaciji rada svjetlosnih signala su: vremenski gubici vozila na signalisanoj raskrsnici i

kapacitet saobraćajne trake, prilaza ili raskrsnice. Kapacitet raskrsnice upravljane svjetlosnim signalima, predstavlja zbir kapaciteta svih njenih prilaza, odnosno maksimalnu veličinu saobraćajnog toka koji tokom jednog sata može da prođe raskrsnicom u realnim uslovima saobraćaja i pri aktuelnom načinu upravljanja [2].

U nastavku će biti opisan energetska dio upravljanja semaforom neophodan za izbor električnih instalacija prilikom realizacije projekta kao i za zaštitu od strujnih i naponskih preopterećenja. Zatim su date informacije o karakteristikama izabranog PLK S7-300 za realizaciju upravljanja ovim sistemom, kao i o sistemskim funkcijama koje su bile ključne pri rješavanju projektnog zadatka i kojima će biti posvećena posebna pažnja. Na kraju samog rada je opisano rješenje projektnog zadatka u skladu sa zahtjevanim upravljanjem u realnom vremenu i korišćenjem različitih sistemskih funkcija.

## II. ENERGESKI DIO PROJEKTA

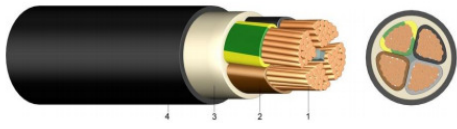
Za optimalno rješenje zadatka bilo je neophodno pravilno izabrati sve komponente sistema kojim se upravlja, naročito u pogledu energetske efikasnosti i ekonomičnosti. Takođe, bilo je potrebno predvidjeti moguća preopterećenja i kvarove i na odgovarajući način realizovati zaštitu sistema. Najvažniji elementi energetskog dijela projekta su:

### A. Signalni uređaj

Signalni uređaj upravlja svjetlosnim signalima. Njima se može upravljati ručno sa upravljačke ploče ili preko funkcije brojanja saobraćaja. Signalni uređaj omogućava kontinualnu kontrolu rada vanjskih signala, kontrolu konfliktnih zelenih svjetala, kontrolu zaštitnih vremena, kontrolu ispada sijalice u strujnom krugu alarma, kontrolu ispada osigurača, kontrolu vremenskog brojača, kontrolu detektora, kontrolu koordinacionog rada i saobraćajnu statistiku [3].

### B. Kablovska kanalizacija

Signalni kablovi se polažu u kablovsku kanalizaciju prema kabl planu. Kablovi se vode od rednih stezaljki na signalnom uređaju direktno, bez prekida, kroz kablovsku kanalizaciju do rednih stezaljki stuba, a od ovih stezaljki u semaforu lanternu posebnim kablom. Signalni kablovi predviđeni za signale projektovane u ovom projektnom zadatku su: PP00 24x1,5 mm<sup>2</sup> i 12x1,5 mm<sup>2</sup>.



Slika 1. Presjek PP00 kabla

PP00 je energetska kabl (Sl. 1) za napajanje i razvod energije u gradskim mrežama, industrijskim postrojenjima, termo i hidro centralama [3].

### C. Svjetlosni davači signala i vanjska signalna oprema

Svjetlosni davači signala (lanterne) su standardna semafora oprema od polikarbonata crne boje, koji moraju biti otporni na atmosferske uticaje. Za realizaciju ovog projekta preporučena je *Elcom semafora lanterna sa LED*, koja posjeduje sve karakteristike u pogledu funkcionalnosti ali i ekonomičnosti. Svjetlosni izvori sa LED su opšte prihvaćeni kao standardno rješenje savremene lanterne, obezbjeđuju visoku energetska efikasnost, funkcionalni kvalitet, veliku trajnost, bezbjednost i pouzdanost informacije [3].

### D. Napajanje uređaja

Napajanje signalnog uređaja na raskrsnici obavlja se iz NN mreže. Signalni uređaj se napaja iz stabilnog izvora napajanja režimom stalnog korišćenja 0-24 h koji je priključen na niskonaponsku mrežu napona 220 V, frekvencije 50 Hz [3].

### E. Mjere zaštite od napona dodira

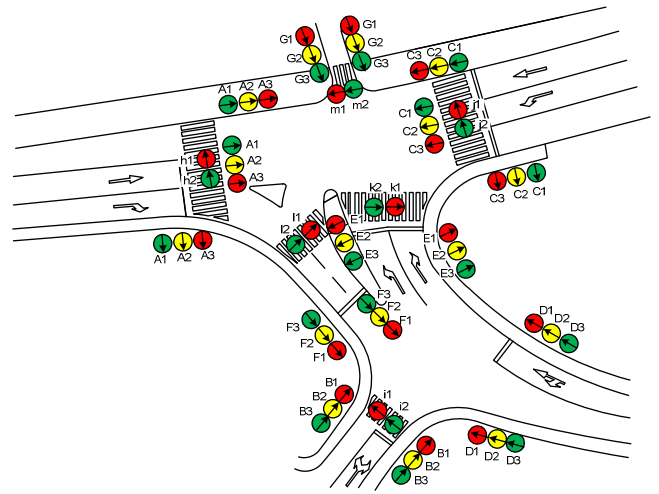
Kablovi pod naponom moraju biti zaštićeni sa jednim ili više uređaja za automatski prekid napajanja kod opterećenja i dodirnog spoja. Uređaji za zaštitu od struje preopterećenja i struje kratkog spoja moraju prekinuti ove struje u tačkama gdje su ovi uređaji ugrađeni. Kao uređaji za zaštitu mogu se upotrijebiti: prekidači koji sadrže prekostrujnu zaštitu, prekidači u kombinaciji sa osiguračima i osigurači [3].

## III. OPIS PROJEKTOG ZADATKA

Zadatak ovog projekta je realizacija upravljanja složenom raskrsnicom (Sl. 2) koja je izuzetno značajna za regulisanje saobraćaja u Istočnoj Ilidži i šire jer predstavlja ukrštanje magistralnog puta E762 i ulice Vojvode Radomira Putnika. Upravljanje je bilo potrebno realizovati u realnom vremenu korišćenjem PLK S7-300. U sklopu postavljenog zadatka vršio se i izbor opreme koja se koristila pri realizaciji, što je objašnjeno u drugom poglavlju.

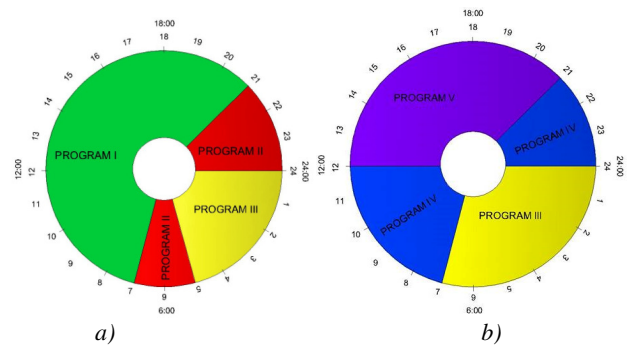
Pritiskom tastera S1 uključuju se semafori na raskrsnici, a tastera S0 sistem semafora se isključuje. Kao inicijalni programi rada svjetlosnih signala radnim danima projektovana su dva programa (Program I i Program II) sa ciklusima od 80 i 70 sekundi. Koji od ova dva programa će biti aktuelan zavisi od doba dana, odnosno od gustine saobraćaja. Tu je i Program III koji predstavlja noćni režim (trepuće žuto svjetlo semafora za automobile) sa ciklusom od 60 sekundi.

Za upravljanje radom semafora vikendom projektovana su takođe dva programa (IV i V) sa ciklusima od 80 sekundi.



Slika 2. Složena raskrsnica sa semaforima

Vikendom se koristi isti noćni režim kao i radnim danima, odnosno Program III. Upravljanje radnim danima je predstavljeno kao složeni trofazni ciklus Programa I, Programa II i Programa III. Vremenski dijagrami izmjene Programa I, II, III, IV i V koji se koriste za upravljanje raskrsnicom prikazani su na Sl. 3.



Slika 3. Vremenski dijagrami izmjene programa a) radnim danima i b) vikendom

Program I upravlja radom semafora radnim danima od 7 h do 21 h. Program II upravlja radom semafora radnim danima od 21 h do 24 h i od 5 h do 7 h. Program IV upravlja radom semafora vikendom od 5 h do 12 h i od 21 h do 24 h. Program V upravlja radom semafora vikendom od 12 h do 21 h. Program IV i Program V su uvedeni iz razloga što vikendom postoji znatno veći protok saobraćaja na magistralnom putu, pa je u skladu sa tim prilagođen rad semafora. Ovaj program predstavlja noćni režim rada u kojem trepuće žuta svjetla u svim smjerovima za automobile, a semafori za pješake su isključeni. Program III upravlja radom semafora od 24 h do 5 h radnim danima i vikendom od 24 h do 7 h.

## IV. STRUKTURA KORISNIČKOG PROGRAMA PLK SIEMENS S7-300

Programabilni logički kontroleri su industrijski uređaji čiji su softver i hardverske komponente posebno prilagođeni radu u industrijskim uslovima, a koji se mogu lako programirati i

ugrađivati u postojeće industrijske sisteme. U sistemima industrijske automatizacije upotrebom PLK se rješava širok spektar problema kao što su: kontrola, regulacija, proračuni, signalizacija, praćenje rada nekog uređaja, itd. Pouzdanost, jednostavna implementacija kontrolera u novim i postojećim sistemima, mrežna komunikacija, kao i obrada podataka u realnom vremenu, doveli su do toga da PLK postane nezaobilazan uređaj u industriji [4].

Za realizaciju projektnog zadatka korišćen je PLK iz SIMATIC S7-300 serije. Kontroleri iz ove serije su namenjeni za automatizaciju nižeg i srednjeg nivoa. Serija kontrolera Siemens SIMATIC S7-300 je najprodavanija iz familije SIMATIC. Razlozi za to su dosta niža cijena u odnosu na veliki PLK sistem (kod ovog proizvođača S7-400) i to što iako je manji po veličini, može ispuniti iste zahtjeve kao i S7-400 kada je ovaj projektni zadatak u pitanju [5].

PLK uređaji iz serije S7-300 odlikuju se modularnim dizajnom sa širokim spektrom modula koji omogućavaju optimalnu adaptaciju različitim zadacima automatizacije. Za realizaciju ovog zadatka korišćena su dva dodatna digitalna U/I modula sa 16 ulaza/izlaza - DI16/DO16x24V/0.5 A. Serija S7-300 nudi širok opseg centralnih procesorskih jedinica sa sledećim oznakama: CPU 312, CPU 313, CPU 314, CPU 315, CPU 317 i CPU 319. Konkretno, u ovoj realizaciji upravljanja, korišćen je CPU 315F-2PN/DP, serijskog broja 6ES7 315 - 2FJ14 - 0AB0 V3.2. Ova procesorska jedinica ima 512 KB radne memorije i za njen rad je neophodna memorijska kartica i ulazno napajanje od 24 V. Moguće je uspostaviti komunikaciju preko MPI/Profibus/Profinet interfejsa. Maksimalni broj lokalnih U/I tačaka za korišćenu procesorsku jedinicu je 2048 i broj U/I može se proširiti od 1 centralnog do 3 reka za proširenje sa 7 U/I modula u svakom. Ne poseduje električne ulaze i izlaze [6].

Korisnički program PLK ove serije je organizovan kroz programske blokove koji međusobno povezani čine jednu programsku cjelinu. Osnovna struktura programa je definisana i mora se poštovati prilikom kreiranja programa. Programiranje se realizuje u programskom paketu „SIMATIC STEP 7 V 5.5“. Ovaj program nudi sledeće korisničke blokove: organizacione blokove, funkcijske blokove, funkcije, sistemske funkcijske blokove, sistemske funkcije i blokove podataka [7].

a) *Organizacioni blokovi (OB)* ostvaruju vezu između korisničkog programa i operativnog sistema CPU-a, tako da operativni sistem ciklično poziva OB, a on dalje poziva funkcije i funkcijske blokove. OB obavlja izvršavanje korisničkog programa na način koji je odabran, a to može biti: ciklično po pokretanju, u određenim vremenskim intervalima, u zadato vrijeme dana, nakon zadatog vremena, nakon pojave greške ili nakon pojave prekida. Prilikom pisanja ovog programa korišćen je samo organizacioni blok OB [7].

b) *Funkcije (FC)* nemaju dodijeljen blok podataka, odnosno nemaju svoj memorijski prostor za upisivanje vrijednosti dobijenih promjenljivih. Zbog toga je prilikom pozivanja funkcija obavezno pridruživanje aktuelnih parametara formalnim. Funkcije može kreirati korisnik, a postoje i one koje su unaprijed definisane u programskom

paketu. Pri realizaciji projekta korišćene su funkcije FC1 i FC2 koje je kreirao korisnik, i funkcije FC5, FC8, FC15 i FC19 koje su unaprijed definisane, a koje će dalje biti detaljnije opisane.

c) *Sistemske blokovi (SFB) i Sistemske funkcije (SFC)* - Programom „SIMATIC STEP 7 V 5.5“ su predviđene neke radnje i operacije koje nije potrebno programirati jer se već nalaze integrisane unutar CPU-a. Pored već pomenutih funkcija, tu su i *sistemske blokovi (SFB) i sistemske funkcije (SFC)*. Dobrim poznavanjem i korišćenjem ovih logičkih blokova znatno je olakšano kreiranje projekta i samo programiranje. Za sistemske funkcije nije potreban poseban blok podataka i da bi im se pristupilo potrebno ih je učitati iz CPU-a. Procesorska jedinica korišćenog PLK sadrži sistemske funkcije sledeće namjene: provjera programa, rukovanje satom i mjeračima vremena, prenošenje podataka, prenošenje naloga iz jednog CPU-a u druge u višeračunarskom načinu rada, upravljanje OB-ovima u tačno određeno vrijeme dana i OB-ovima sa kašnjenjem, upravljanje sinhronim i asinhronim greškama i prekidima, dijagnostika sistema, osvježavanje stanja procesa i obrada polja bitova, adresiranje modula, komunikacija globalnih podataka, komunikacija u nekonfigurisanom sistemu i generisanje poruka vezanih za blokove.

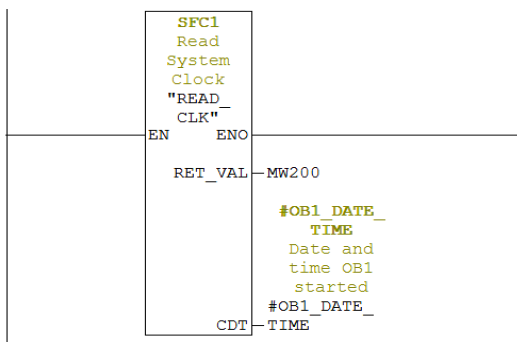
d) *Blokovi podataka (DB)* služe za smještanje podataka koje koristi korisnički program. Podaci ostaju u blokovima podataka i onda kada se ti blokovi ne izvršavaju.

## V. SISTEMSKA FUNKCIJA SFC1 „READ\_CLK“

Obzirom da se zahtijevalo upravljanje u realnom vremenu, odnosno poznavanje vremena i dana u svakom trenutku upravljanja, što je potrebno za promjenu režima rada semafora, korišćen je sat realnog vremena RTC (eng. *Real Time Clock*), koji PLK Siemens SIMATIC S7-300 ima integrisan u svojoj CPU jedinici.

Za čitanje vremena i dana u sedmici iz sistemskog sata CPU koristi se sistemska funkcija SFC1 „READ\_CLK“. Upravo to je omogućilo promjenu dnevnih režima rada kao i uvođenje posebnih režima rada vikendom kako bi se optimizovao rad raskrsnice [8]. Izgled funkcije SFC1 „READ\_CLK“ prikazan je na Sl. 4. Ova funkcija se nalazi u standardnoj biblioteci funkcija STEP 7 programa (Libraries - Standard Library - System Function Blocks).

Nakon ubacivanja funkcije u OB1, nije potrebno podešavati nikakve ulazne parametre, jer se izvršavanje funkcije inicijalizuje samim pokretanjem OB1 bloka u kom se funkcija nalazi. Nakon što se prvi put izvrši, funkcija se izvršava sa svakim narednim sken ciklusom (eng. *scan cycle*). Blok ima dva suštinski važna izlaza, kao što se može vidjeti sa slike 4, a to su „RET\_VAL“ i „CDT“. Ukoliko dođe do greške prilikom izvršenja funkcije, izlaz „RET\_VAL“ sadrži kod greške u obliku cjelobrojne vrijednosti. Na izlazu „CDT“ ove funkcije dobiju se vrijeme i datum u formatu „DATE\_AND\_TIME“ i ova vrijednost se obnavlja prilikom svakog izvršenja funkcije. Na ovaj način datum i vrijeme su sačuvani u 8-bitnom BCD formatu. Tip podatka „DATE\_AND\_TIME“ pokriva opseg od DT#1990-1-1-0:0:0 do DT#2089-12-31-23:59:59.999.



Slika 4. Izgled sistemske funkcije SFC1 u leder dijagramu

Trenutna vrijednost sistemskog sata se čuva u promjenljivoj „OB1\_DATE\_TIME”, koja je već kreirana u OB1 bloku u okviru programski deklariranih lokalnih trenutnih promjenljivih (eng. *TEMP variable*). Promjenljiva „OB1\_DATE\_TIME” se nalazi na lokalnoj adresi L12.0 [8].

Ako se želi koristiti simboličko adresiranje može se koristiti promjenljiva tipa „DATE\_AND\_TIME” koja je deklarirana u TEMP. Ako se želi pristupiti pojedinačnim bitovima bez navođenja imena promjenljive, koristi se direktno adresiranje. Na primjer, saržaj pojedinačnih bajtova izlaznog parametra „CDT” funkcije SFC1 za četvrtak, 05.08.2004. godine, 08:05 časova i 5.25 sekundi prikazan je u tabeli 1.

TABELA 1: PRIMJER DIREKTOG ADRESIRANJA

Bajt	Sadržaj	Primjer
0	Godina	B#16#04
1	Mjesec	B#16#08
2	Dan	B#16#05
3	Sat	B#16#08
4	Minuta	B#16#05
5	Sekunda	B#16#05
6	Dvije cifre najveće vrijednosti MSB	B#16#25
7 (4 MSB)	Dvije cifre najmanje vrijednosti MSB	B#16#0
7 (4 LSB)	Dan u sedmici: 1-Nedelja, 2-Ponedjeljak, 3-Utorak, 4-Srijeda, 5- Četvrtak, 6- Petak, 7- Subota	B#16#05

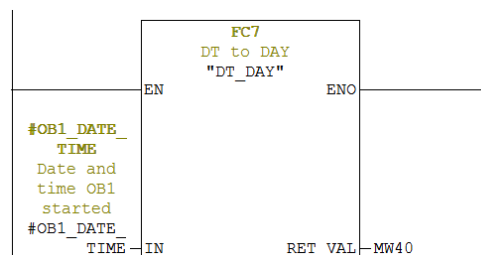
Vrijednosti za godinu, mjesec, dan, sat, minute, sekunde i milisekunde mogu se izdvojiti iz formata „DATE\_AND\_TIME” bez korišćenja adresnog registra, koristeći funkcije STEP 7 IEC biblioteke: „FC6 DT\_DATE”, „FC7 DT\_DAY” i „FC8 DT\_TOD”.

## VI. RJEŠENJE PROJEKTOG ZADATKA

Zadatak je realizovan u leder dijagramu zbog jednostavnosti prikaza, lakše razumljivosti i ispunjenja ostalih zahtjeva pri upravljanju semaforom na složenoj raskrsnici. Korisnički program sastoji se iz glavnog programa OB1 i funkcija FC1 i FC2 koje se koriste za upravljanje radom semafora radnim danima i vikendom, respektivno, a koje je definisao sam korisnik. Glavni program OB1 je realizovan na tri načina, u zavisnosti od toga u kom formatu se želi očitati

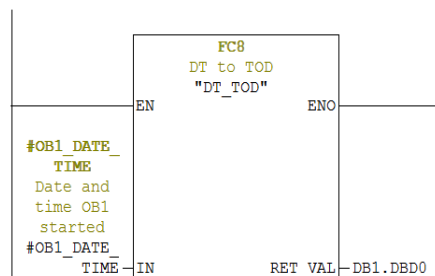
vrijeme sa sistemskog sata i na koji način se poredi sa vremenskim trenutcima u kojima dolazi do izmjene programa za upravljanje radom semafora. Ovi formati su: cjelobrojna vrijednost 16 bita (integer - INT), cjelobrojna vrijednost 32 bita (double integer - DINT) i niz karaktera (STRING). Najčešće korišćene naredbe prilikom realizacije zadatka su brojačke i naredbe poređenja. Naredbama poređenja, odnosno komparatorima, poredi se vrijednost sistemskog sata sa unaprijed zadatim trenutcima u kojima se mijenjaju programi. Takođe, komparatorima se poredi izlazna vrijednost brojača sa trenutcima u kojima se mijenjaju svjetlosni signali na semaforu u skladu sa zadatim vremenskim dijagramom rada semafora. Dalje će biti opisane unaprijed definisane funkcije: FC7, FC8, FC5, FC15 i FC19 i njihova uloga u rješavanju zadatka. Ove funkcije se nalaze u standardnoj biblioteci funkcija STEP 7 programa (Libraries - Standard Library – IEC Function Blocks).

1) *Funkcija „FC7 DT\_DAY”*- Pomoću funkcije FC7 „DT\_DAY“ je u sva tri rješenja realizovana provjera da li se radi o režimu upravljanja raskrsnicom radnim danima ili vikendom. Ova funkcija izdvaja dan u sedmici kao cjelobrojnu vrijednost iz promjenljive „OB1\_DATE\_TIME“ (format „DATE\_AND\_TIME”). Izgled ove funkcije u leder dijagramu prikazan je na Sl. 5. Dan u sedmici je dostupan u formatu cjelobrojne vrijednosti (INTEGER): 1=Nedelja, 2=Ponedjeljak, 3=Utorak, 4=Srijeda, 5=Četvrtak, 6=Petak i 7=Subota. Ova funkcija ne izvještava o greški. Kao ulazni parametar se mogu dodijeliti samo simbolički definisane promjenjive [8].



Slika 5. Izgled funkcije FC7 u leder dijagramu

2) *Funkcija „FC8 DT\_TOD”*- U prvom i drugom rješenju pomoću funkcije FC8 izdvaja se trenutno vrijeme dana u formatu „TIME\_OF\_DAY“ (tip podatka double integer - DINT) iz promjenljive „OB1\_DATE\_TIME“ i smješta u blok podataka DB1. Ovaj podatak je neophodan da bi se mogli promijeniti režimi rada semafora. Izgled ove funkcije u leder dijagramu prikazan je na Sl. 6.



Slika 6. Izgled funkcije FC8 u leder dijagramu

3) *Funkcija „FC5 DI\_STRING”*- Da bi se moglo porediti trenutno vrijeme sa trenutkom izmjene programa, odnosno režima rada, ukoliko je taj trenutak definisan kao niz karaktera (što je jedan od slučajeva ovog zadatka) potrebna nam je funkcija za poređenje dva niza karaktera (tip podataka: STRING). Za konverziju promjenjive formata „TIME\_OF\_DAY” u STRING koristi se funkcija FC5. Ako je promjenjiva dobijena kao povratni parametar prekretka, nema konverzije i binarni rezultat (izlaz „BR” funkcije FC5) se postavlja na „0”. Kao izlazni parametar mogu se podesiti samo simbolički definisane promjenjive [8]. Niz karaktera koji je dobijen kao rezultat konverzije je sačuvan kao promjenljiva u DB1 bloku.

Funkcije FC15 i FC19 porede trenutno vrijeme sa vremenskim trenucima u kojima dolazi do promjene programa rada, ukoliko su ti vremenski trenuci zadati kao nizovi karaktera.

4) *Funkcija „FC15 GT\_STRING”*- poredi sadržaj dvije promjenljive u formatu STRING i ispituje da li je prva veća od druge. Na izlazu daje rezultat poređenja kao povratnu vrijednost. Povratna vrijednost je jednaka „1” ako je niz karaktera na ulazu S1 veći od niza karaktera na ulazu S2. Znakovi se porede prema ASCII kodu (npr. 'a' je veće od 'A'), počevši sa lijeve strane. Rezultat poređenja zavisi od toga da li su različiti početni znakovi. Ako su prvi znakovi isti, duži string je veći. Ova funkcija ne izvještava o greški. Mogu se dodijeliti samo simbolički definisane promjenjive kao ulazni parametri [8].

5) *Funkcija „FC19 LE\_STRING”*- poredi sadržaj dvije promjenljive u formatu STRING i ispituje da li je prva manja ili jednaka drugoj. Povratna vrijednost na izlazu je rezultat poređenja. Povratna vrijednost je jednaka „1” ako je niz karaktera na ulazu S1 manji ili jednak nizu karaktera na ulazu S2. Znakovi se porede prema ASCII kodu (npr. 'a' je manje od 'A'), počevši sa lijeve strane. Rezultat poređenja zavisi od toga

da li su različiti početni znakovi. Ako su prvi znakovi isti, kraći string je manji. Funkcija ne izvještava o greški. Mogu se dodijeliti samo simbolički definisane promjenjive kao ulazni parametri [8].

U drugom slučaju realizacije zadatka trenuci izmjene programa, odnosno režima, dati su kao promjenjive tipa DINT, pa se ovi podaci porede sa trenutnim vremenom očitanim sa sistemskog sata, a određenim pomoću funkcije „FC8 DT\_TOD”. Obzirom da su oba ova podatka tipa DINT, oni se porede pomoću komparatora za poređenje cjelobrojnih vrijednosti u formatu DINT (CMP>D i CMP<=D). Rezultat poređenja je informacija koja određuje koji program će u kom vremenskom periodu biti aktivan.

U trećem slučaju se pristupa pojedinačnim bajtovima promjenjive „OB1\_DATE\_TIME“, koja je smještena na lokalnoj adresi L12.0. Trenutne vrijednosti godine, mjeseca, dana, sata, minute i sekunde u BCD formatu su smještene na adrese MB0 do MB5 respektivno, kao što je prikazano u tabeli 1. Ove vrijednosti se kopiraju u memorijske riječi pomoću blokova „MOVE“, nakon čega se konvertuju iz BCD formata u format cjelobrojne vrijednosti pomoću „BCD\_I” konvertora. Dalje se pomoću komparatora CMP>=I i CMP<I za poređenje cjelobrojnih vrijednosti trenutno vrijeme očitano sa sistemskog sata poređi sa vremenskim trenucima u kojima se uključuje odnosno isključuje odgovarajući program rada semafora. Funkcijom FC1 realizovano je upravljanje svjetlima semafora na složenoj raskrsnici radnim danima pomoću tri programa rada (dva dnevna – Programi I i II i jedan noćni-Program III). Taster „START“ S1 (I0.1) koristi se za uključenje sistema i realizovan je kao normalno otvoren kontakt. Taster „STOP“ S0 (I0.0) koristi se za zaustavljanje sistema i realizovan je kao normalno zatvoren kontakt. Uključenje/isključenje rada svih semafora raskrsnice omogućeno je setovanjem/resetovanjem memorijskog bita M10.0. Ovaj memorijski bit predstavlja glavni uslov za izvršavanje svih ostalih mreža i daje znak da je sistem pokrenut.



Slika 7. Blok šema rješenja projektnog zadatka

Memorijski bit M12.3 je realizovan kao normalno zatvoren kontakt i uključen je kada je vikend i tada se prelazi na upravljanje radom semafora pomoću funkcije FC2. Realizovan je brojač naprijed C1 koji broji do 80, 70 ili 60 sekundi u zavisnosti od toga koji je režim rada izabran. Brojač C1 se sam resetuje kada izbroji do zadate vrijednosti ili ukoliko se u bilo kom trenutku pritisne taster „STOP“. Trenutno stanje brojača služi za uključenje/isključenje pojedinih svjetala semafora i poredi se preko dva komparatora (tip komparatora zavisi od formata u kojem je zadato vrijeme promjene režima rada) sa brojem sekundi koji pokazuje sistemski sat. U skladu sa utvrđenim vremenskim dijagramima rada na osnovu rezultata poređenja komparatora u odvojenim mrežama je realizovano uključenje/isključenje pojedinačnih svjetala svih semafora. U noćnom režimu zelena i crvena svjetla svih semafora za automobile su isključena, dok žuta svjetla blinkaju frekvencijom od 1 Hz. Semafori za pješake u noćnom režimu su isključeni. Na isti način je realizovano upravljanje svjetlima semafora na složenoj raskrsnici vikendom pomoću funkcije FC2. Jedina razlika između ove dvije funkcije je ta što one prate različite vremenske dijagrame rada semafora. Način na koji su povezani organizacioni blok i odgovarajuće funkcije predstavljen je blok šemom na Sl.7.

## VII. ZAKLJUČAK

U ovom radu opisana je praktična primjena PLK kontrolera u realizaciji upravljanja semaforom na složenoj raskrsnici u realnom vremenu. Nakon analize u cilju poboljšanja uslova odvijanja saobraćaja realizovano je upravljanje pomoću PLK S7-300. Posebna pažnja posvećena je sistemskim funkcijama PLK, koje su olakšale samo programiranje. Korišćenjem integrisanog sistemskog sata PLK omogućeno je vremensko upravljanje sa preciznošću milisekundi, uvođenje nekoliko režima rada, kao i upravljanje po radnim i neradnim danima.

Pored upravljanja u realnom vremenu moguće je upravljanje i na osnovu datuma (npr. upravljanje saobraćajem na raskrsnici po zimskim i ljetnim sezonama). Dalje, u budućim proširenjima projekta sistem upravljanja bi se mogao nadograditi sa SCADA (eng. *Supervisory Control and Data Acquisition*) sistemom. SCADA sistem je naročito pogodan za procese koji rade 24 h dnevno i zahtjevaju stalni nadzor i upravljanje kao što je ovaj zadatak.

## ZAHVALNICA

Posebnu zahvalnost autori duguju prof. dr Slobodanu Luburi, koji je pružio punu podršku prilikom izrade rada, a pod čijim mentorstvom je urađen diplomski rad Aleksandre Radovanović pod nazivom: „Upravljanje saobraćajem na složenoj raskrsnici“, koji je poslužio kao osnova za pisanje ovog rada.

## LITERATURA

- [1] [http://www.prometna-zona.com/prometni\\_znakovi-001povijest\\_prometnih\\_znakova.php](http://www.prometna-zona.com/prometni_znakovi-001povijest_prometnih_znakova.php), Februar 2014. godine.
- [2] M.Osoba, S.Vukanović, B.Stanić, „Upravljanje saobraćajem pomoću svetlosnih signala“- I deo, Saobraćajni fakultet Beograd 1999.godine.
- [3] „Glavni saobraćajni projekat opremanja svetlosnim signalima raskrsnice magistralnog puta sa ulicom Vojvode Radomira Putnika u Istočnoj Ilidži“-Telefonija Vidaković d.o.o., Doboje, Mart 2006. godine.
- [4] Milica Ristović “Kontrola nivoa tečnosti u rezervoaru programabilnim logičkim kontrolerom Siemens S7-300” INFOTEH-JAHORINA Vol. 13, March 2014. godine.
- [5] [https://bib.irb.hr/datoteka/434130.Predavanje\\_ovlateni\\_ing.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/434130.Predavanje_ovlateni_ing.pdf), Septembar 2014. godine.
- [6] <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Products/10030191>, Novembar 2014. godine.
- [7] Ivan Petrović, „Upute za korištenje programirljivog logičkog kontrolera SIMATIC S7-314IFM“, Fakultet elektrotehnike i računarstva Zagreb, Zagreb 1999. godine.
- [8] [https://www.automation.siemens.com/doconweb/pdf/SINUMERIK\\_SINAMICS\\_03\\_2013\\_E/S7\\_SFC.pdf?p=1](https://www.automation.siemens.com/doconweb/pdf/SINUMERIK_SINAMICS_03_2013_E/S7_SFC.pdf?p=1), Novembar 2014. godine.

## ABSTRACT

In this paper is described the traffic control at the complex intersection in real time, with traffic light which is programmed using system functions of programmable logic controller (PLC) Siemens S7-300. Assuming that the traffic management at the intersection or the programming of these traffic lights is well-known problem, in this paper special attention was devoted to solving the problem of managing the traffic light using system functions of PLC devices. These functions can be also applied while resolving other problems, but in this paper was shown its application in the management of traffic lights.

## TRAFFIC CONTROL AT COMPLEX INTERSECTION USING SYSTEM FUNCTIONS OF PLC SIEMENS S7- 300

Aleksandra Radovanović, Milica Ristović