



UNIVERZITET U SARAJEVU
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET
ODSJEK ZA AUTOMATIKU I ELEKTRONIKU
MEHATRONIKA

Sistem za upravljanje semaforima u raskrsnici

SEMINARSKI RAD

Student:

Zerina Jašarspahić

Harun Špago

Mentor:

Red. prof. dr Jasmin Velagić

Asistent:

Tarik Pozderac, MoE - dipl.el.ing

Sarajevo, juni 2023. godine

Sažetak

Tema ovog rada je upravljanje semaforima u raskrsnici pomoću programabilnog logičkog kontrolera, skraćeno PLC-a. Za rješavanje problema korišten je programski alat *SoMachine*. Pri likom rješavanja zadatka izvršeno je prebacivanje tekstualnog zahtjeva za rad raskrsnice u konačni automat (FSM). Za programiranje je korišten sekvencijalni funkcijski dijagram (SFC), dok je za fizičku realizaciju su korišteni modularni PLC i HMI modul.

Ključne riječi: PLC, FSM, SFC, modularni PLC, HMI modul.

Abstract

The topic of this paper is the traffic light control system using PLC. The software tool *SoMachine* was used for task implementation. During the task solving process, the textual request for intersection operation was converted into a finite state machine (FSM). Sequential Function Chart (SFC) was used for programming, and modular PLC with HMI module were used for physical realization.

Keywords: PLC, FSM, SFC, modular PLC, HMI modul.

Sadržaj

Popis slika	3
Popis tabela	4
1 Postavka zadatka	1
2 Rješenje zadatka	2
2.1 Tekstualni opis rješenja	4
2.1.1 Prvi dio rješenja	4
2.1.2 Drugi dio rješenja	5
2.1.3 Treći dio rješenja	7
2.1.4 Četvrti dio rješenja	8
2.1.5 Peti dio rješenja	10
2.1.6 Šesti dio rješenja	11
2.1.7 Sedmi dio rješenja	13
2.2 Tabelarni opis rješenja	14
3 Korišteni hardver i softver	16
3.1 Softverski alat <i>SoMachine</i>	16
3.2 Programabilni logički kontroler (PLC)	17
3.3 HMI modul	19
4 Lista signala	21
5 Softversko rješenje zadatka	22
5.1 Varijable	22
5.2 ST i SFC rješenje zadatka	23
6 Rješenje zadatka u <i>Vijeo designeru</i>	26
7 Zaključak	30
Literatura	31

Popis slika

1.0.1 Izgled raskrsnice	1
2.0.1 Semafori za vozila	3
2.0.2 Semafori za pješake	3
2.1.1 Semafori za vozila - prvi dio	4
2.1.2 Semafori za pješake - prvi dio	5
2.1.3 Semafori za vozila - drugi dio	6
2.1.4 Semafori za pješake - drugi dio	6
2.1.5 Semafori za vozila - treći dio	7
2.1.6 Semafori za pješake - treći dio	8
2.1.7 Semafori za vozila - četvrti dio	9
2.1.8 Semafori za pješake - četvrti dio	9
2.1.9 Semafori za vozila - peti dio	10
2.1.10 Semafori za pješake - peti dio	11
2.1.11 Semafori za vozila - šesti dio	12
2.1.12 Semafori za pješake - šesti dio	12
2.1.13 Semafori za vozila - sedmi dio	13
2.1.14 Semafori za pješake - sedmi dio	14
3.2.1 Modicon 251	18
3.2.2 TM3 ekspanzioni modul	18
3.3.1 <i>Magelis XBTGT7340</i> nadzorna ploča	19
5.2.1 Implementacija FSM mašine unutar <i>SoMachine</i>	23
5.2.2 Postavljanje novog taska	24
6.0.1 Izgleda raskrsnice u <i>Vijeo designeru</i> - prvi dio	26
6.0.2 Izgleda raskrsnice u <i>Vijeo designeru</i> - drugi dio	27
6.0.3 Izgleda raskrsnice u <i>Vijeo designeru</i> - treći dio	27
6.0.4 Izgleda raskrsnice u <i>Vijeo designeru</i> - četvrti dio	28
6.0.5 Izgleda raskrsnice u <i>Vijeo designeru</i> - peti dio	28
6.0.6 Izgleda raskrsnice u <i>Vijeo designeru</i> - šesti dio	29
6.0.7 Izgleda raskrsnice u <i>Vijeo designeru</i> - sedmi dio	29

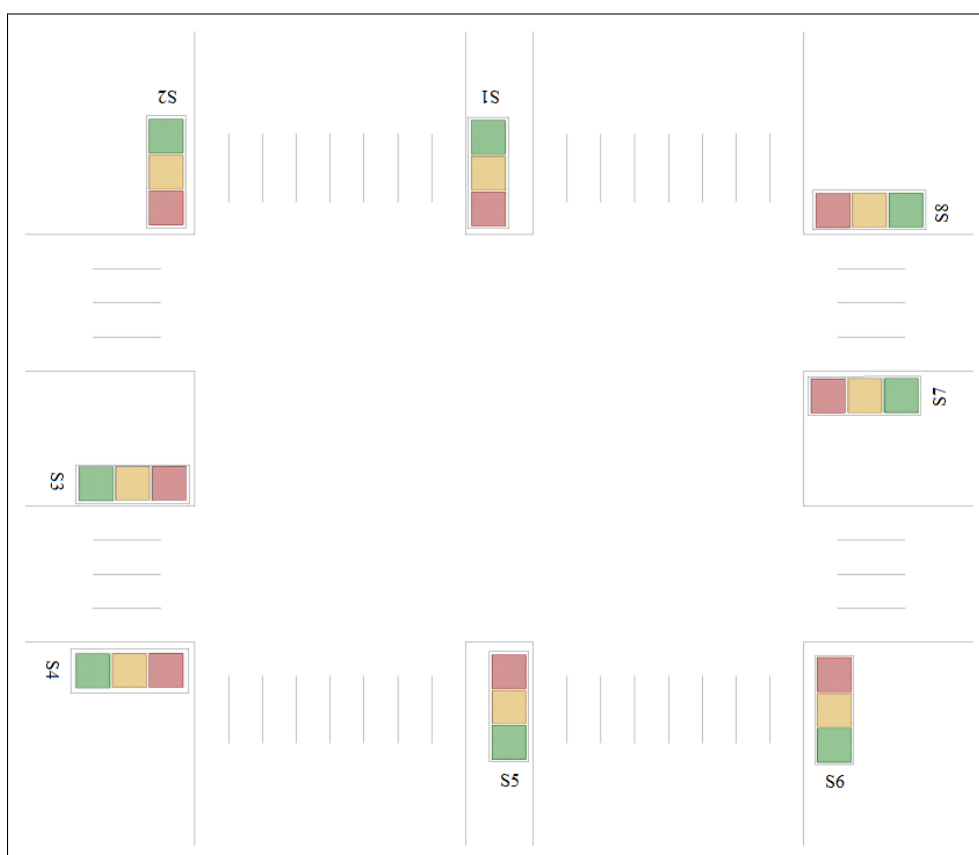
Popis tabela

2.0.1 Tabela semafora za vozila i pješake	2
2.2.1 Tabelarni prikaz stanja svjetala na semaforima	15
4.0.1 Lista signala	21
5.1.1 Popis korištenih varijabli u programu	22

Poglavlje 1

Postavka zadatka

Potrebno je realizovati algoritam upravljanja semaforima u raskrsnici. Na slici 1.0.1 je prikazan izgled raskrsnice sa semaforima i pješačkim prelazima. Na osnovu situacije koja se nalazi na raskrsnici, potrebno je napraviti neophodno upravljanje s tim da je potrebno dodati i semafore za pješake za svaki pješački prelaz.



Slika 1.0.1: Izgled raskrsnice

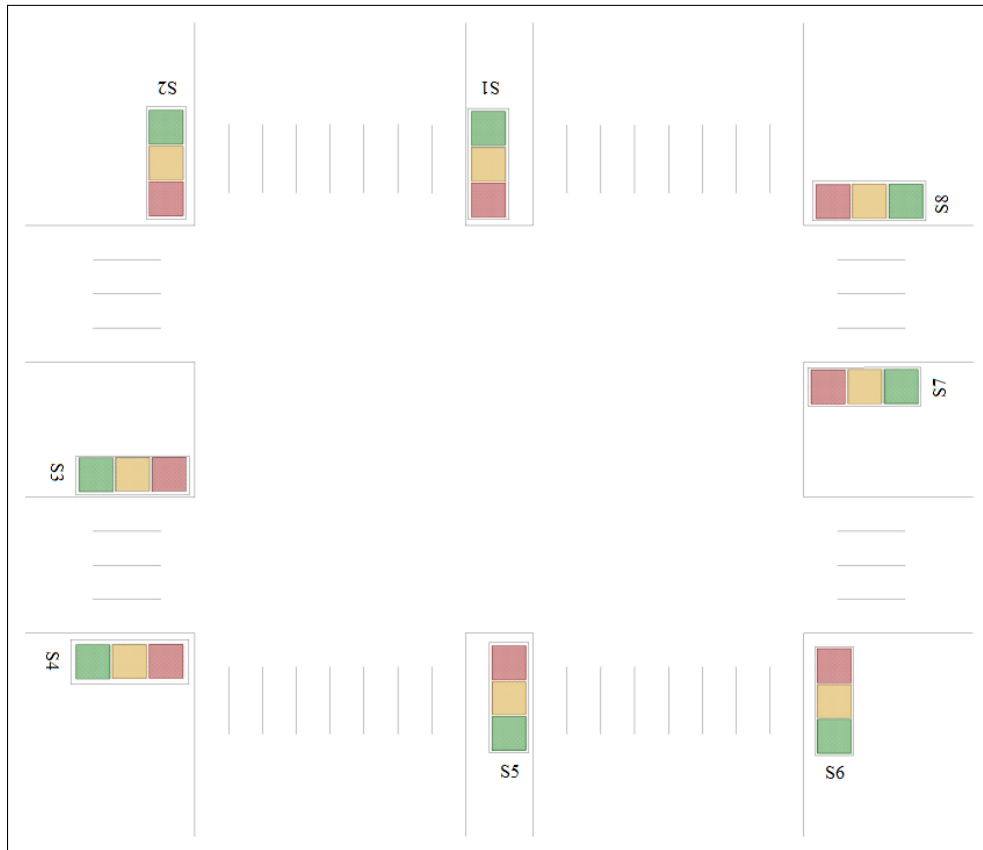
Poglavlje 2

Rješenje zadatka

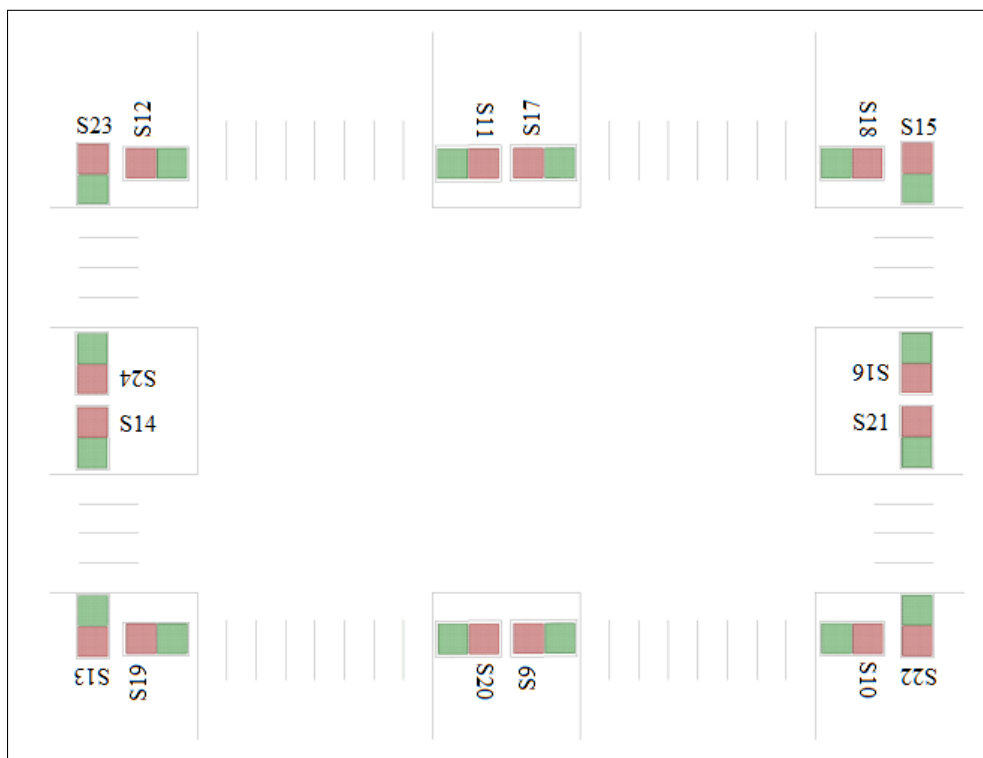
U ovom dijelu opisano je rješavanje postavljenog problema. Dato je osam semafora za vozila i 16 semafora za pješake, odnosno osam parova semafora za pješake (jedan par semafora čine dva semafora koji imaju isti algoritam rada). U tabeli 2.0.1 je prikazan raspored semafora i određene napomene za dati semafor, kao i vremena trajanja određenih svjetala za svaki semafor. Na slici 2.0.1 je prikazana raskrsnica sa semaforima za vozila, dok je na slici 2.0.2 prikazana raskrsnica sa semaforima za pješake.

Tabela 2.0.1: Tabela semafora za vozila i pješake

Semafori	Namjena	Trajanje zelenog svjetla	Napomena
S1	vozila	6 sek	lijevo
S2	vozila	1:25 min	pravo i desno
S3	vozila	6 sek	lijevo
S4	vozila	25 sek	pravo i desno
S5	vozila	6 sek	lijevo
S6	vozila	1:25 min	pravo i desno
S7	vozila	6 sek	lijevo
S8	vozila	25 sek	pravo i desno
S9 i S10	pješaci	53 sek	/
S11 i S12	pješaci	52 sek	/
S13 i S14	pješaci	1:51 min	/
S15 i S16	pješaci	1:52 min	/
S17 i S18	pješaci	53 sek	/
S19 i S20	pješaci	52 sek	/
S21 i S22	pješaci	1:51 min	/
S23 i S24	pješaci	1:52 min	/



Slika 2.0.1: Semafori za vozila



Slika 2.0.2: Semafori za pješake

2.1 Tekstualni opis rješenja

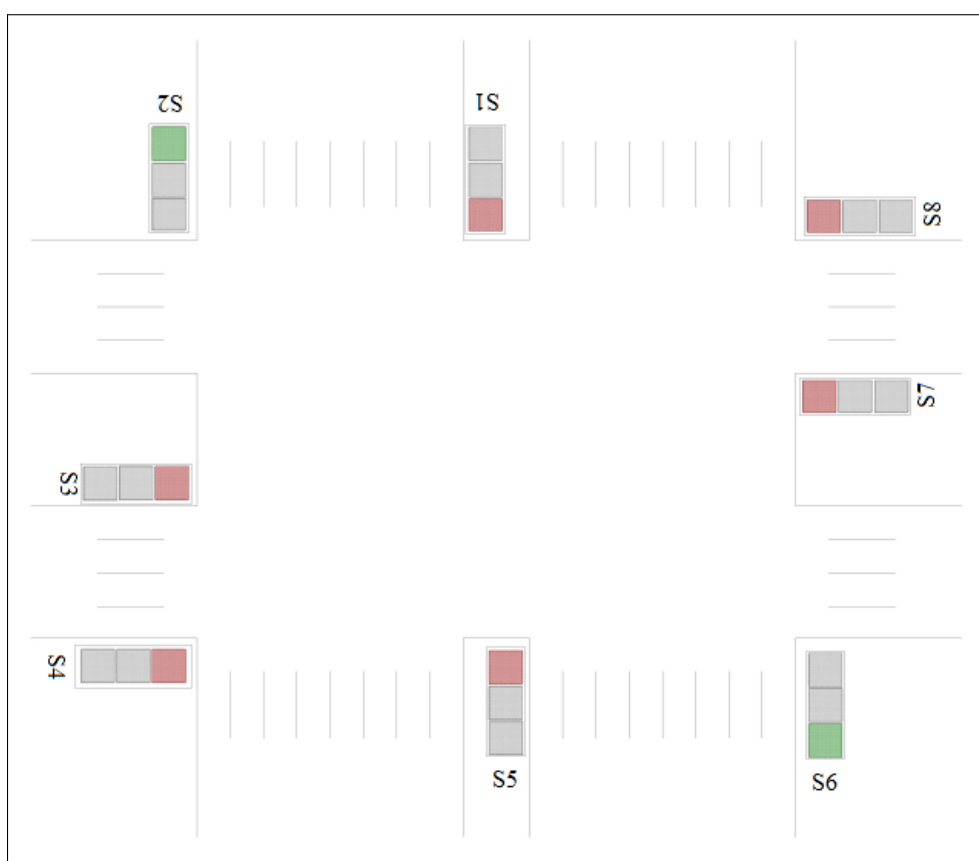
Tekstualni opis rješenja postavljenog problema je podijeljen na nekoliko dijelova, pri čemu svaki dio detaljno objašnjava prelaženje svakog semafora iz jednog u drugo ili više stanja. Također, svaki dio je potkrijepljen odgovarajućom slikom.

2.1.1 Prvi dio rješenja

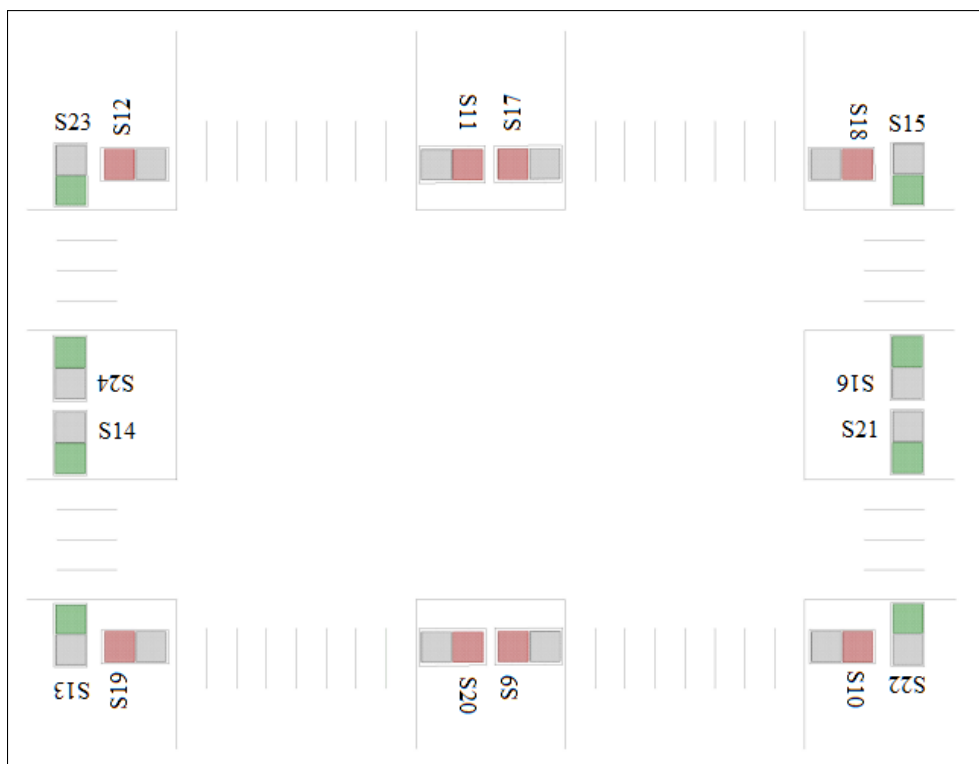
Polazi se od pretpostavke da semafori S6 i S2 istovremeno pokazuju zeleno svjetlo, dok ostali semafori za vozila pokazuju crveno svjetlo. Zeleno svjetlo na semaforima S6 i S2 ima istu dužinu trajanja, ali različito vrijeme uključenja kako bi se prilikom uključivanja zelenog svjetla na semaforima S5 i S1 spriječile pometnje u saobraćaju. Uzeto je da u ovom dijelu zeleno svjetlo na semaforu S6 traje 1:25 minuta, a na semaforu S2 1:13 minuta.

Semafori S13 i S14, S15 i S16, S21 i S22, S23 i S24 pokazuju zeleno svjetlo za pješake, dok semafori S9 i S10, S11 i S12, S17 i S18, S19 i S20 pokazuju crveno svjetlo za pješake.

Na slikama 2.1.1 i 2.1.2 su prikazana trenutna uključena svjetla na semaforima.



Slika 2.1.1: Semafori za vozila - prvi dio



Slika 2.1.2: Semafori za pješake - prvi dio

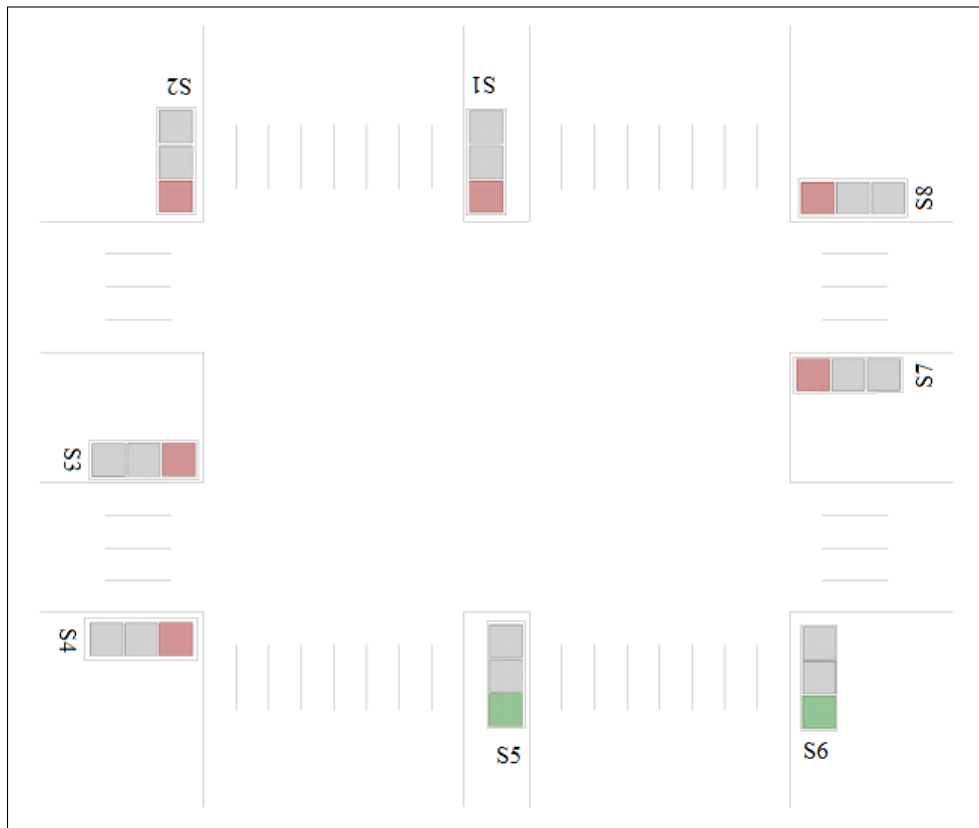
2.1.2 Drugi dio rješenja

Kada istekne 1:13 minuta za zeleno svjetlo na semaforu S2, zeleno svjetlo počinje da treperi u trajanju od 3 sekunde. Nakon isteka te 3 sekunde, na semaforu S2 se pali žuto svjetlo u trajanju od 2 sekunde, nakon čega se pali crveno svjetlo na semaforu S2.

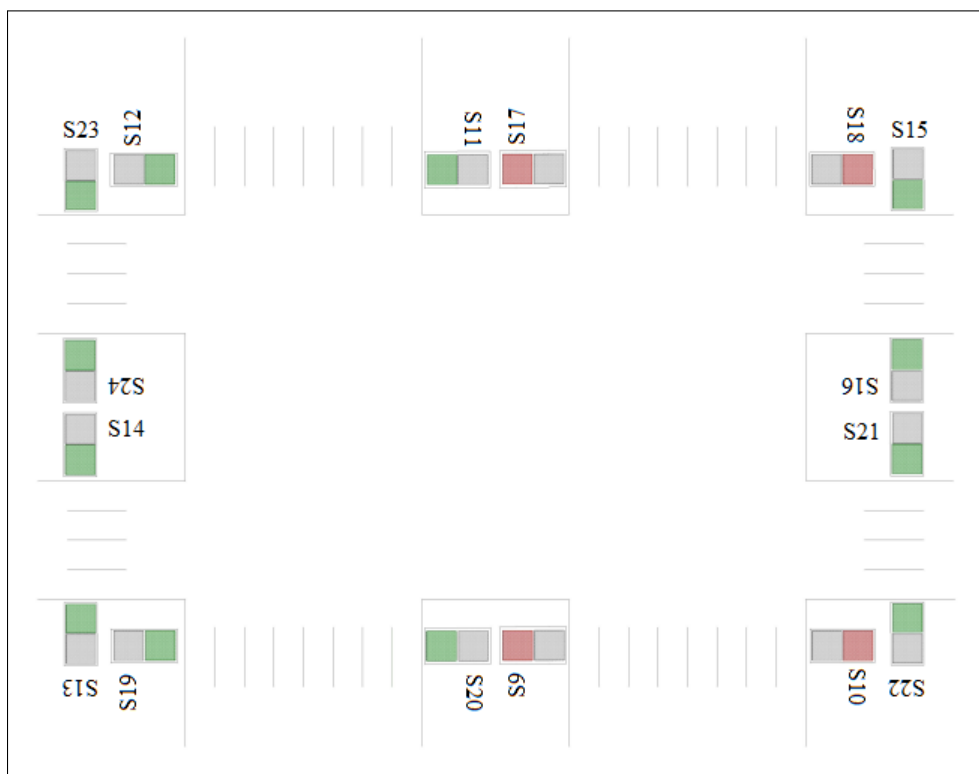
Kada se upali crveno svjetlo na semaforu S2, na semaforu S5 se pali žuto svjetlo u trajanju od 1 sekunde, pri čemu je istovremeno na semaforu S5 upaljeno i crveno svjetlo. Kada istekne 1 sekunda za žuto svjetlo, gase se i crveno i žuto svjetlo, a pali se zeleno svjetlo za semafor S5 u trajanju od 6 sekundi.

Također, kada se na semaforu S2 upali crveno svjetlo, na semaforima S11 i S12, S19 i S20 se pali zeleno svjetlo za pješake. Ostali semafori za pješake ostaju onakvi kakvi su bili i u prethodnom dijelu rješenja.

Na slikama 2.1.3 i 2.1.4 su prikazana trenutna uključena svjetla na semaforima.



Slika 2.1.3: Semafori za vozila - drugi dio



Slika 2.1.4: Semafori za pješake - drugi dio

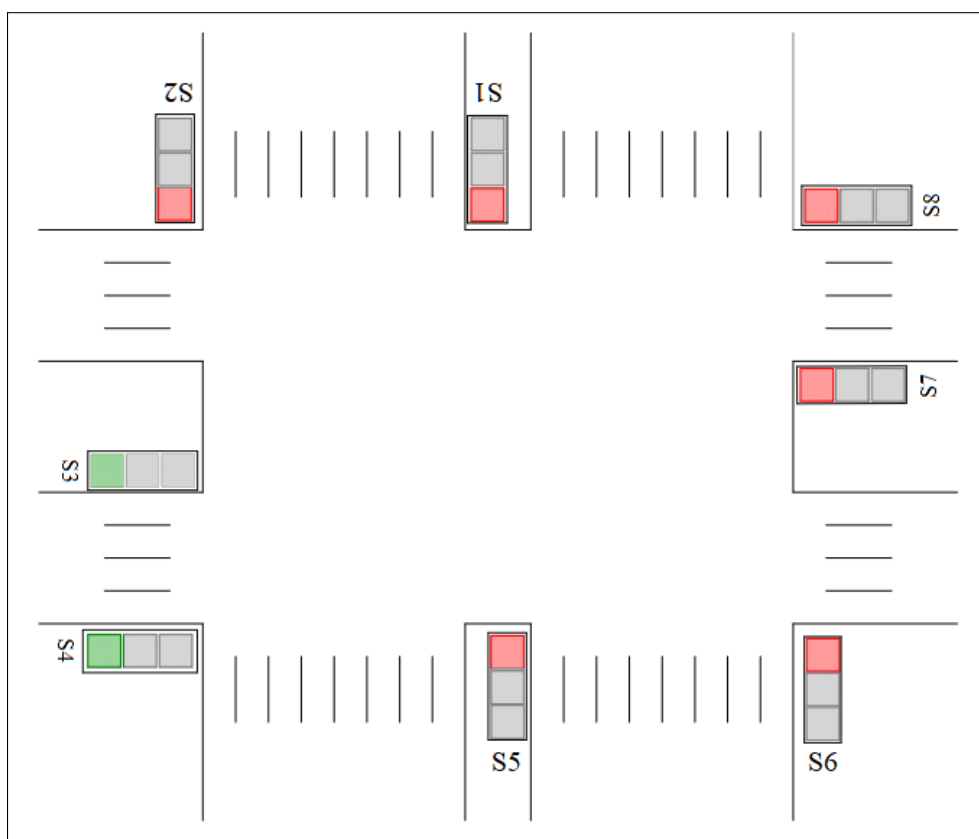
2.1.3 Treći dio rješenja

Kada istekne 1:25 minuta za zeleno svjetlo na semaforu S6, isteklo je i vrijeme trajanja zelenog svjetla na semaforu S5. U tom trenutku zeleno svjetlo na oba semafora počinje da treperi u trajanju od 3 sekunde. Nakon isteka te 3 sekunde, na semaforima S6 i S5 se pali žuto svjetlo u trajanju od 2 sekunde, nakon čega se pali crveno svjetlo.

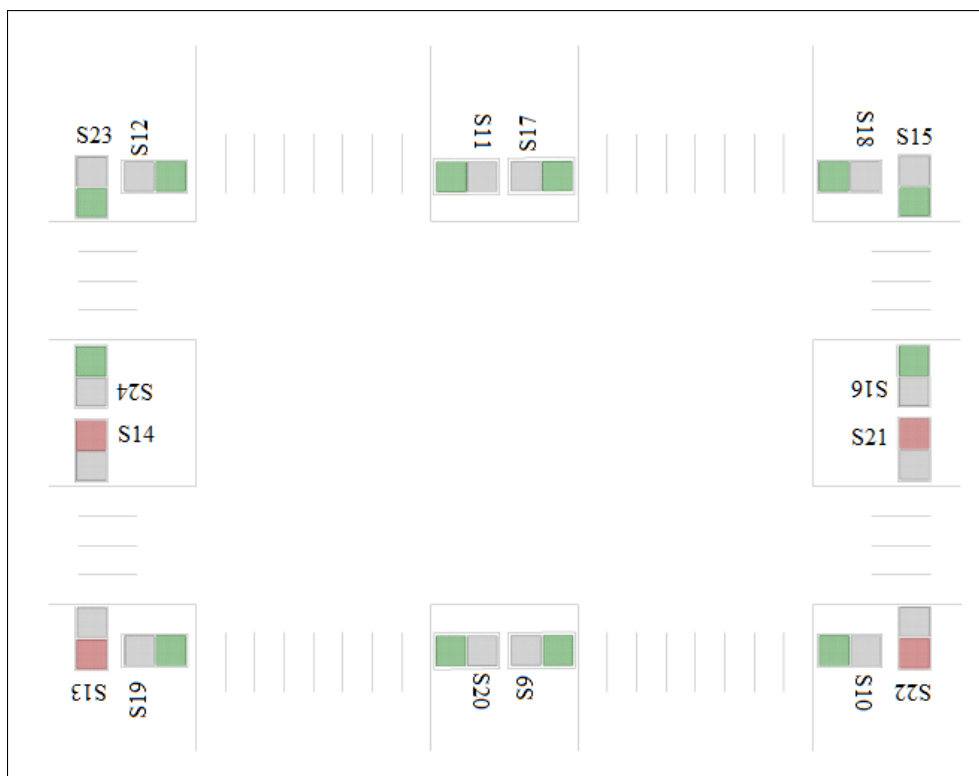
Kada se upali crveno svjetlo na semaforima S5 i S6, na semaforima S3 i S4 se pali žuto svjetlo u trajanju od 1 sekunde, pri čemu je istovremeno na semaforima S3 i S4 upaljeno i crveno svjetlo. Kada istekne 1 sekunda za žuto svjetlo, gase se i crveno i žuto svjetlo, a pali se zeleno svjetlo za navedene semafore. Semafor S3 pokazuje zeleno svjetlo 6 sekundi, dok semafor S4 pokazuje zeleno svjetlo 25 sekundi.

Također, kada se na semaforima S5 i S6 upali crveno svjetlo, na semaforima S9 i S10, S17 i S18 se pali zeleno svjetlo za pješake. Međutim, kada se na semaforima S5 i S6 upali žuto svjetlo, na semaforima S13 i S14, S21 i S22 se pali crveno svjetlo za pješake. Ostali semafori za pješake ostaju onakvi kakvi su bili i u prethodnom dijelu rješenja.

Na slikama 2.1.5i 2.1.6 su prikazana trenutna uključena svjetla na semaforima.



Slika 2.1.5: Semafori za vozila - treći dio



Slika 2.1.6: Semafori za pješake - treći dio

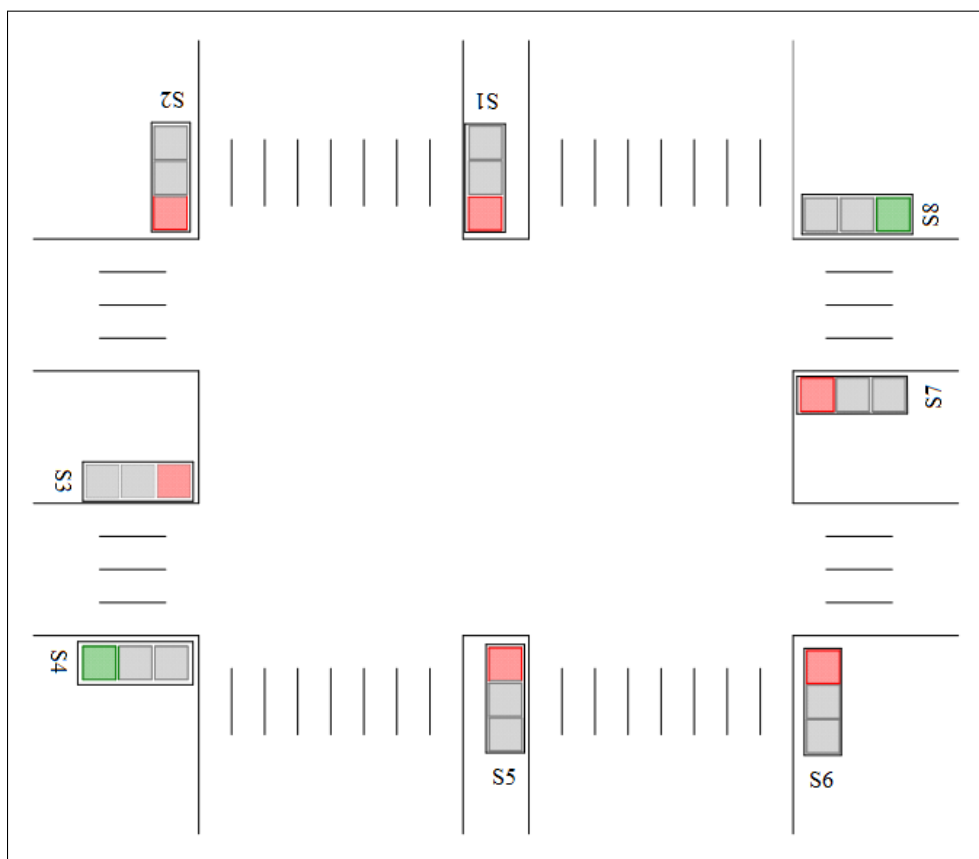
2.1.4 Četvrti dio rješenja

Kada istekne 6 sekundi za zeleno svjetlo na semaforu S3, zeleno svjetlo na semaforu počinje da treperi u trajanju od 3 sekunde. Nakon isteka te 3 sekunde, na semaforu S3 se pali žuto svjetlo u trajanju od 2 sekunde, nakon čega se pali crveno svjetlo.

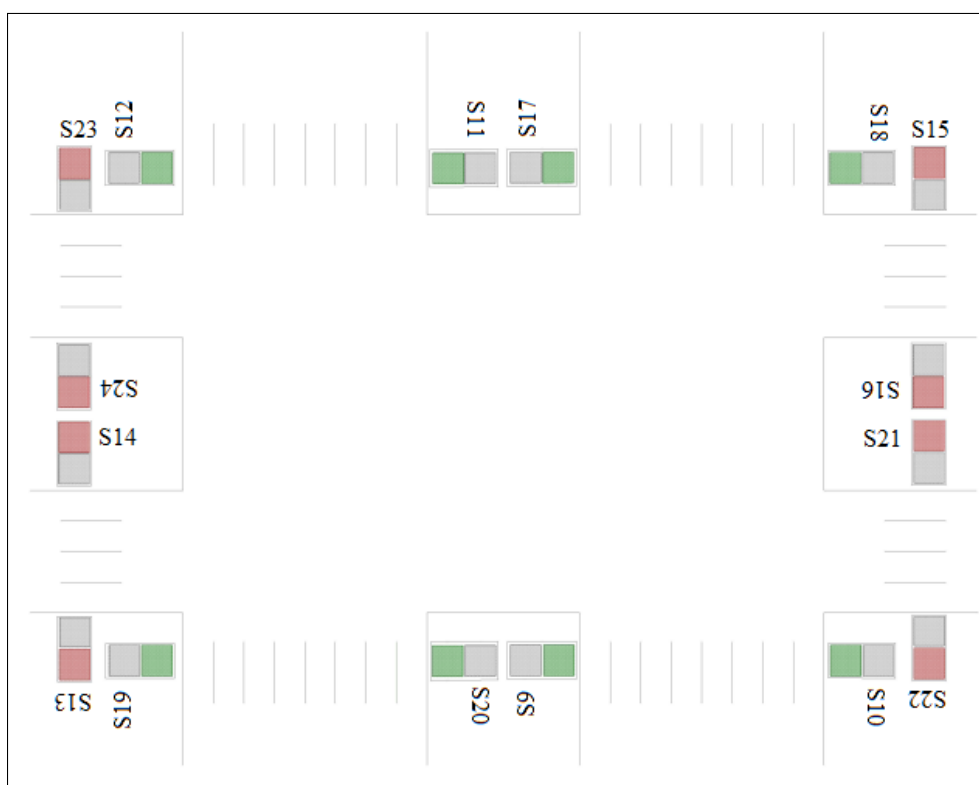
Kada se upali crveno svjetlo na semaforu S3, na semaforu S8 se pali žuto svjetlo u trajanju od 1 sekunde, pri čemu je istovremeno na semaforu S8 upaljeno i crveno svjetlo. Kada istekne 1 sekunda za žuto svjetlo, gase se i crveno i žuto svjetlo, a pali se zeleno svjetlo za navedeni semafor u trajanju od 25 sekundi.

Također, kada se na semaforu S3 upali žuto svjetlo, na semaforima S15 i S16, S23 i S24 se pali crveno svjetlo za pješake. Ostali semafori za pješake ostaju onakvi kakvi su bili i u prethodnom dijelu rješenja.

Na slikama 2.1.7 i 2.1.8 su prikazana trenutna uključena svjetla na semaforima.



Slika 2.1.7: Semafori za vozila - četvrti dio



Slika 2.1.8: Semafori za pješake - četvrti dio

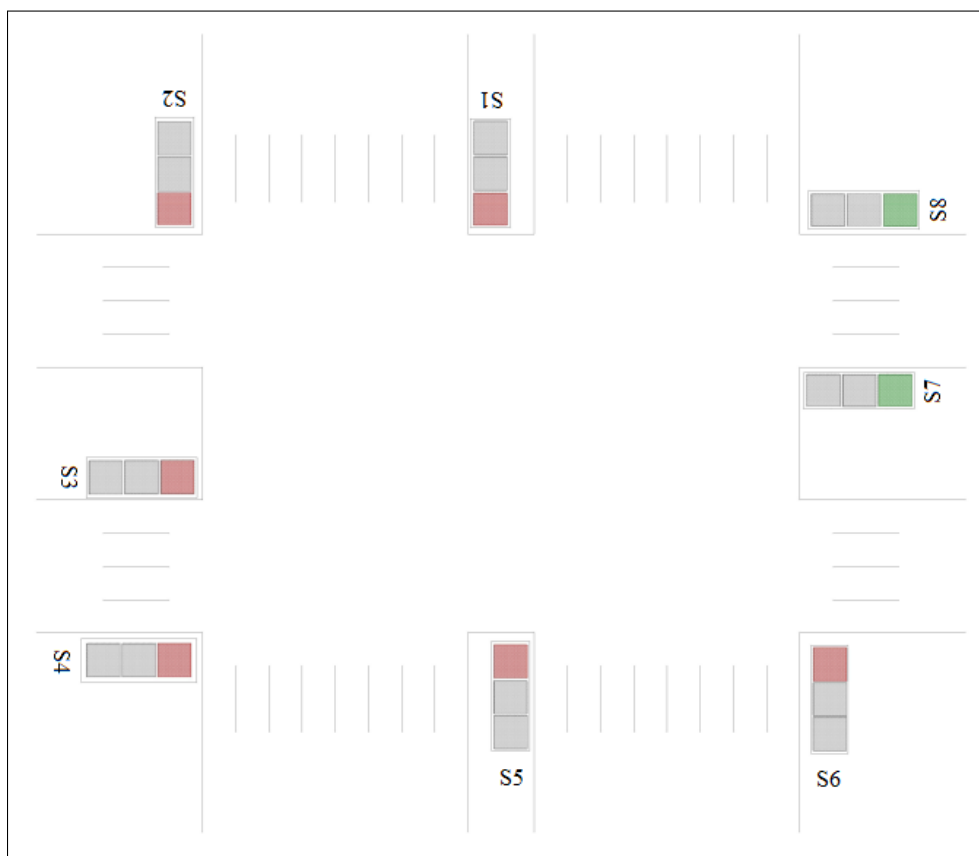
2.1.5 Peti dio rješenja

Kada istekne 25 sekundi za zeleno svjetlo na semaforu S4, zeleno svjetlo na semaforu počinje da treperi u trajanju od 3 sekunde. Nakon isteka te 3 sekunde, na semaforu S4 se pali žuto svjetlo u trajanju od 2 sekunde, nakon čega se pali crveno svjetlo.

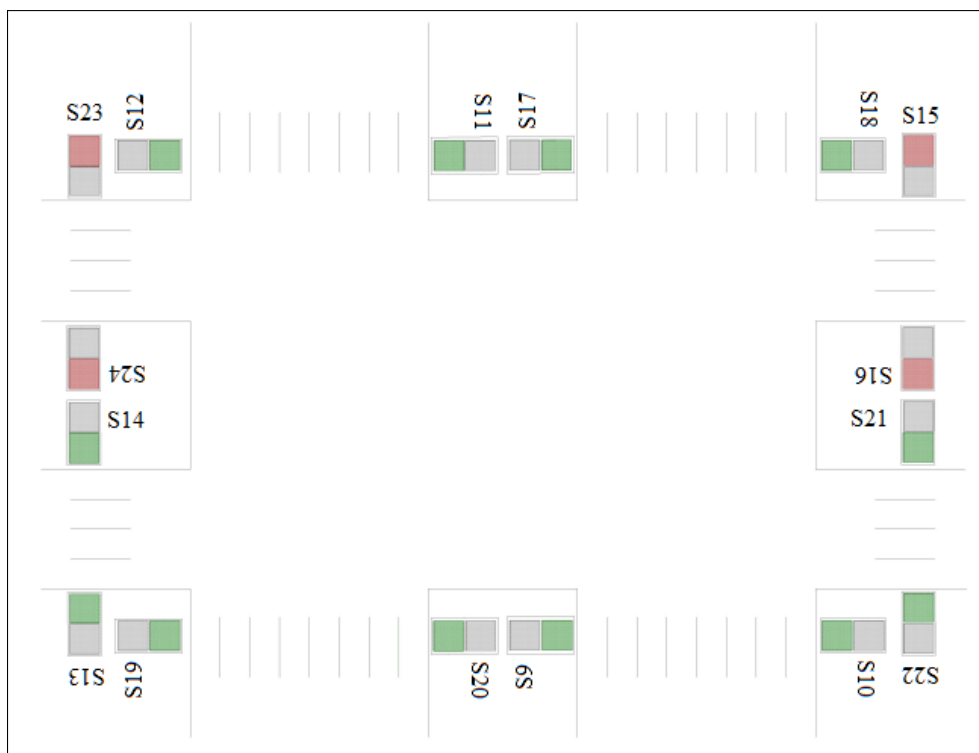
Kada se upali crveno svjetlo na semaforu S4, na semaforu S7 se pali žuto svjetlo u trajanju od 1 sekunde, pri čemu je istovremeno na semaforu S7 upaljeno i crveno svjetlo. Kada istekne 1 sekunda za žuto svjetlo, gasi se i crveno i žuto svjetlo, a pali se zeleno svjetlo za navedeni semafor u trajanju od 6 sekundi.

Također, kada se na semaforu S4 upali crveno svjetlo, na semaforima S13 i S14, S21 i S22 se pali zeleno svjetlo za pješake. Ostali semafori za pješake ostaju onakvi kakvi su bili i u prethodnom dijelu rješenja.

Na slikama 2.1.9 i 2.1.10 su prikazana trenutna uključena svjetla na semaforima.



Slika 2.1.9: Semafori za vozila - peti dio



Slika 2.1.10: Semafori za pješake - peti dio

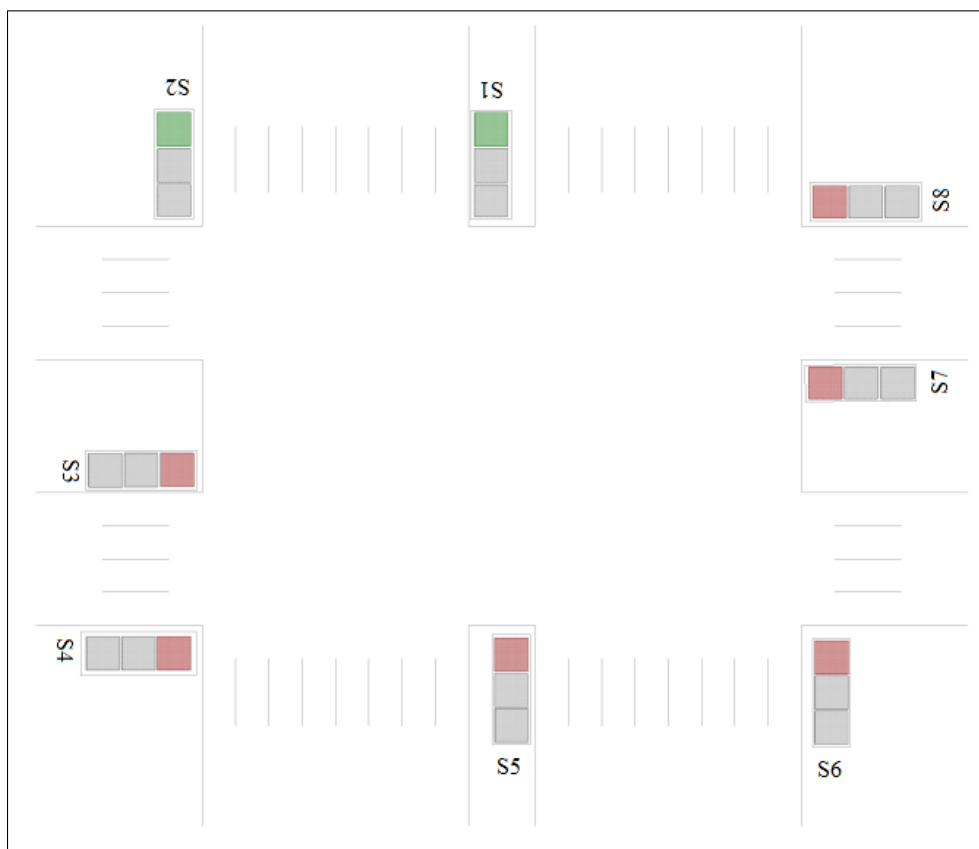
2.1.6 Šesti dio rješenja

Kada istekne 25 sekundi za zeleno svjetlo na semaforu S8, isteklo je i vrijeme trajanja zelenog svjetla na semaforu S7. U tom trenutku zeleno svjetlo na oba semafora počinje da treperi u trajanju od 3 sekunde. Nakon isteka te 3 sekunde, na semaforima S7 i S8 se pali žuto svjetlo u trajanju od 2 sekunde, nakon čega se pali crveno svjetlo.

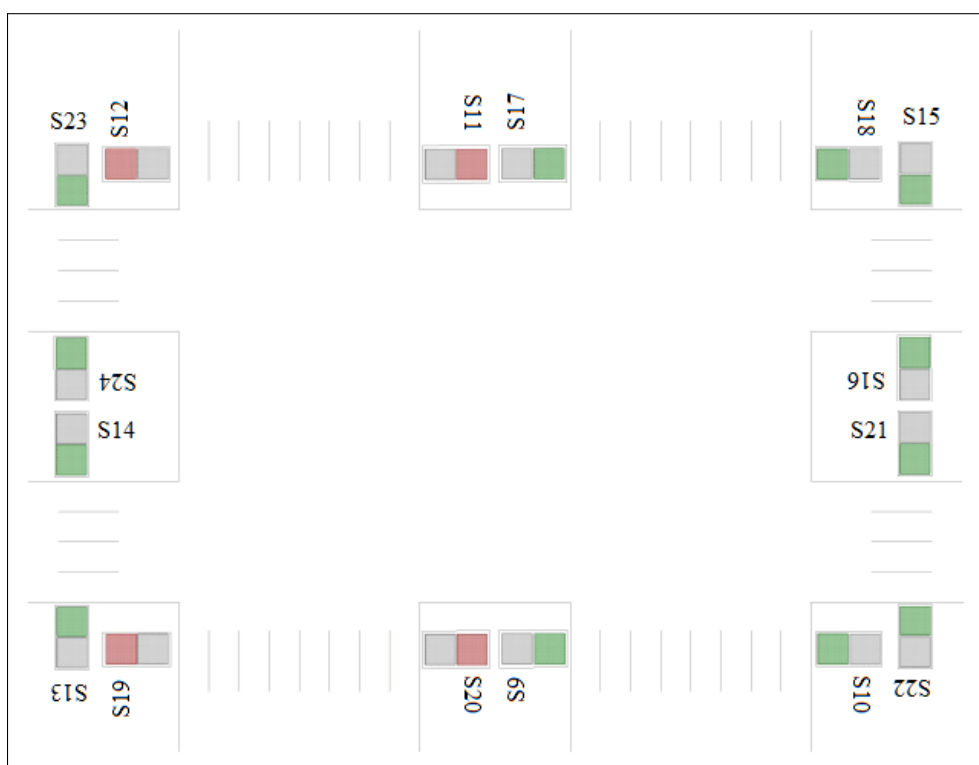
Kada se upali crveno svjetlo na semaforima S7 i S8, na semaforima S1 i S2 se pali žuto svjetlo u trajanju od 1 sekunde, pri čemu je istovremeno na semaforima S1 i S2 upaljeno i crveno svjetlo. Kada istekne 1 sekunda za žuto svjetlo, gase se i crveno i žuto svjetlo, a pali se zeleno svjetlo za navedene semafore. Semafor S1 pokazuje zeleno svjetlo 6 sekundi, dok semafor S2 pokazuje zeleno svjetlo 1:25 minuta.

Također, kada se na semaforima S7 i S8 upali crveno svjetlo, na semaforima S15 i S16, S23 i S24 se pali zeleno svjetlo za pješake. Međutim, kada se na semaforima S7 i S8 upali žuto svjetlo, na semaforima S11 i S12, S19 i S20 se pali crveno svjetlo za pješake. Ostali semafori za pješake ostaju onakvi kakvi su bili i u prethodnom dijelu rješenja.

Na slikama 2.1.11 i 2.1.12 su prikazana trenutna uključena svjetla na semaforima.



Slika 2.1.11: Semafori za vozila - šesti dio



Slika 2.1.12: Semafori za pješake - šesti dio

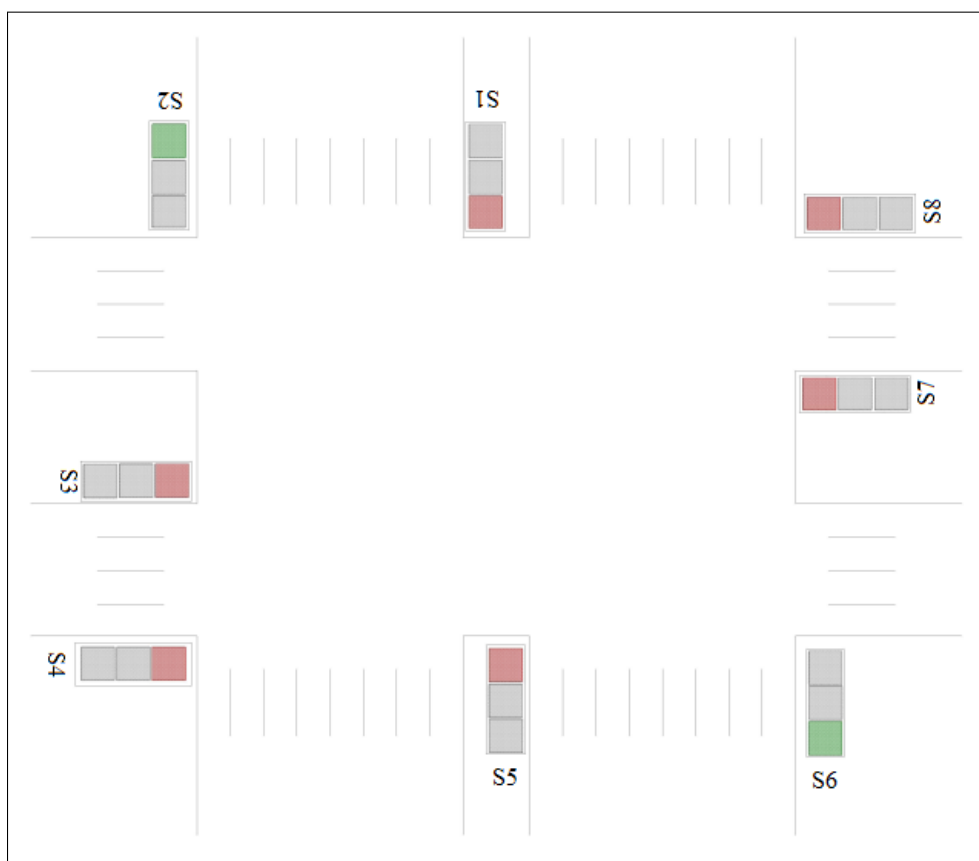
2.1.7 Sedmi dio rješenja

Kada istekne 6 sekundi za zeleno svjetlo na semaforu S1, zeleno svjetlo na semaforu počinje da treperi u trajanju od 3 sekunde. Nakon isteka te 3 sekunde, na semaforu S1 se pali žuto svjetlo u trajanju od 2 sekunde, nakon čega se pali crveno svjetlo.

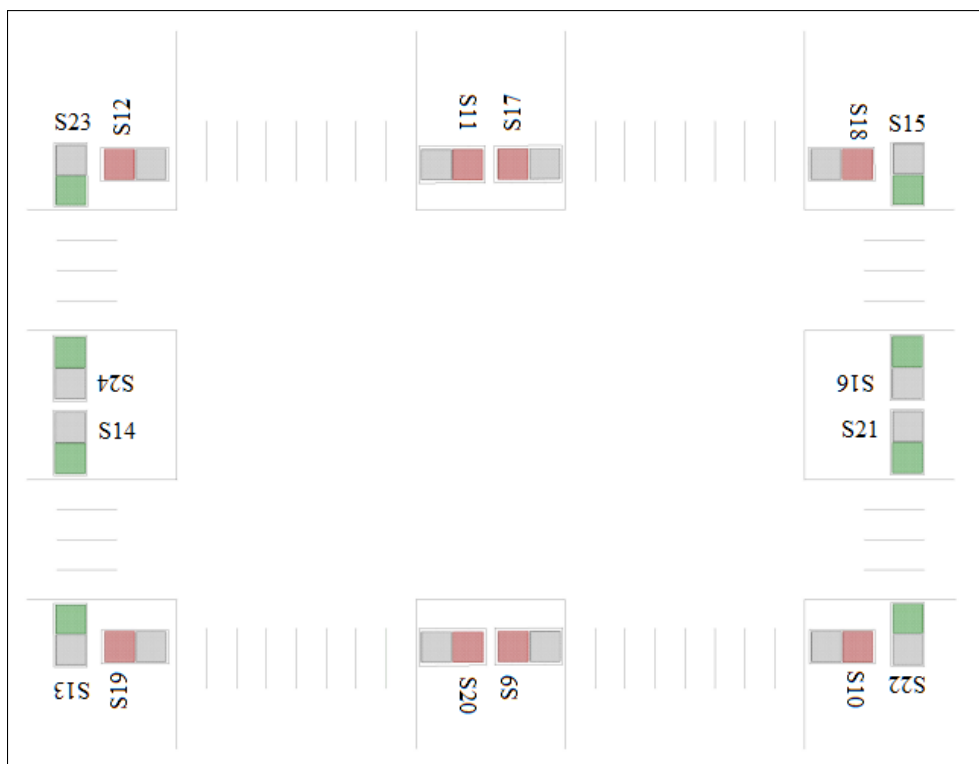
Kada se upali crveno svjetlo na semaforu S1, na semaforu S6 se pali žuto svjetlo u trajanju od 1 sekunde, pri čemu je istovremeno na semaforu S6 upaljeno i crveno svjetlo. Kada istekne 1 sekunda za žuto svjetlo, gasi se i crveno i žuto svjetlo, a pali se zeleno svjetlo za navedeni semafor u trajanju od 1:25 minuta. Od trenutka paljenja zelenog svjetla na semaforu S6, na semaforu S2 je ostalo 1:13 minuta do isteka zelenog svjetla, i samim time algoritam ponovo prelazi na prvi dio i nastavlja da se ponavlja po već objašnjenim dijelovima.

Također, kada se na semaforu S1 upali žuto svjetlo, na semaforima S9 i S10, S17 i S18 se pali crveno svjetlo za pješake. Ostali semafori za pješake ostaju onakvi kakvi su bili i u prethodnom dijelu rješenja.

Na slikama 2.1.13 i 2.1.14 su prikazana trenutna uključena svjetla na semaforima.



Slika 2.1.13: Semafori za vozila - sedmi dio



Slika 2.1.14: Semafori za pješake - sedmi dio

2.2 Tabelarni opis rješenja

Problem čije je rješenje objašnjeno iznad, se može podijeliti u 24 stanja, što ustvari predstavlja svjetlo koje je je aktivno na svakom semaforu u datom trenutku. Svaki put kad se svjetlo na nekom od semafora promijeni bilježi se novo stanje. Svih 24 stanja je prikazano u tabeli 2.2.1., pri čemu je ispod tabele data i *legenda* u kojoj se može vidjeti dodatno objašnjenje pojedinih oznaka.

Tabela 2.2.1: Tabela prikaz stanja svjetala na semaforima

Stage	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	t (s)
1																									73
2		B																							3
3																									2
4					C																				1
5																									6
6					B	B																			3
7																									2
8																									1
9																									6
10																									3
11																									2
12																									1
13																									13
14																									3
15																									2
16																									1
17																									6
18																									3
19																									2
20																									1
21																									6
22																									3
23																									2
24																									1
Legenda																									
na semaforu istovremeno svijetle crveno i žuto svjetlo																									
na semaforu treperi zeleno svjetlo																									
Opis																									
na semaforu istovremeno svijetle crveno i žuto svjetlo																									
na semaforu treperi zeleno svjetlo																									

Poglavlje 3

Korišteni hardver i softver

U ovom poglavlju su date informacije o hardveru i softveru koji su korišteni u rješavanju postavljenog problema.

3.1 Softverski alat *SoMachine*

SoMachine je softverski alat namijenjen za razvoj, nadgledanje i upravljanje automatskim procesima, prvenstveno u industrijskoj automatizaciji. Ovaj programski alat razvila je francuska firma *Schneider Electric* za potrebe programiranja programabilnih logičkih kontrolera, kraće PLC-ova.

SoMachine podržava sljedeće platforme:

- Logičke kontrolere : Modicon M238, Modicon M258,
- Kontrolere pokreta: Modicon LMC 058,
- HMI kontrolere: XBT GC, XBT GT/GK CANopen,
- Integrirane upravljačke kartice: Altivar IMC,
- HMI module: Small Panels Magelis STO/STU, Advanced Panels Magelis GH/GK/GT, Optimum Advanced Panels Magelis GTO

Navedeni alat korisnicima omogućava nekoliko načina programiranja:

- Ljestvičarski dijagram (LD),
- Funkcionalni blok dijagram (FBD),
- Struktuirani tekst (ST),
- Sekvencijalni funkcijski dijagram (SFC),
- Instrukcijska lista (IL)

Ispod su navedene neke od osnovnih karakteristika ovog alata:

- Jednostavan za upotrebu: Navigacija unutar *SoMachine* je intuitivna i vrlo vizualna. Radni prostor je pojednostavljen, tako da sadrži samo ono što je potrebno i relevantno za trenutni zadatak, bez ikakvih suvišnih informacija.
- Nekoliko načina programiranja: Unutar *SoMachine*-a korisnik može zadatak isprogramirati na jedan ili više načina, pri čemu je omogućeno programiranje velikog spektra kontrolera i modula.
- *SoMachine* je profesionalno i učinkovito softversko rješenje koje se integrira *Vijeo designer* za potrebe upravljanja procesom pomoću HMI modula.
- Pouzdano povezivanje s uređajima: *SoMachine* se s hardverskim uređajima može povezati putem Ethernet-a ili neke od serijskih veza.
- Dodatke funkcionalnosti za kontrolere: *SoMachine* sadrži i veliki broj biblioteka, funkcija i funkcijskih blokova što olakšava i ubrzava programiranje kontrolera. Također, ovaj programski alat podržava multitasking, grafičko praćenje varijabli, simulaciju procesa i jednostavno debugiranje koda.
- Dodatne funkcionalnosti za HMI module: U *SoMachine*-u su implementirane i grafičke biblioteke koje sadrže veliki broj 2D i 3D objekata. Također, sadržani su i jednostavni objekti za crtanje (linije, elipse, pravougaonici i slično), te unaprijed konfigurisani objekti (prekidači, tasteri, grafikoni i slično). Također, alat *SoMachine* pruža podršku za multi-medijske datoteke: png, jpg, bmp, wav i emf. [1]

3.2 Programabilni logički kontroler (PLC)

Programabilni logički kontroler (kraće PLC) je uređaj na kojem se izvršavaju upravljački algoritmi. Danas su jako popularni, pri čemu su najviše zastupljeni u industriji.

Osnovni dijelovi PLC - a su:

- CPU - upravlja načinima logičkog donošenja odluka i komunikacijom sa drugim uređajima,
- memorija:
 1. RAM - pohranjuje programe, brojače, ulaze i izlaze, tajmere i sl.
 2. ROM - operativni sistem koji se ne može mijenjati
- napajanje istosmjernim naponom 24 V,
- ulazi i izlazi (I/O),

Postoje dvije izvedbe PLC - ova:

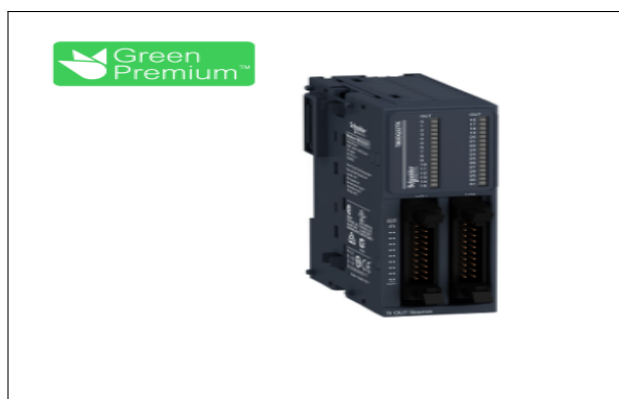
- kompaktni - sve se nalazi u istom kućištu, CPU, memorija, I/O moduli, pa imaju ograničene primjene,
- modularni - Modularni PLC-ovi se mogu zasebno konfigurirati. Moduli koji se traže za praktičnu primjenu neovisno od digitalnih ulazno/izlaznih modula koji mogu npr. uključiti analogne, pozicionirane i komunikacijske module - se ulažu u rekeve, stalke kućišta, gdje se individualni moduli povezuju putem sabirničkog sistema. Ovaj način oblikovanja je poznat kao serijska tehnologija.

Pošto na datoj raskrsnici postoji veliki broj izlaza za upravljanje svjetlima, bit će korišten proširivi *PLC Modicon 251*, čiji je proizvođač *Schneider Electric*. Napajanje ovog PLC - a je standardnih 24 VDC, te posjeduje 14 I/O modula. Na slici 3.2.1. prikazan je izgled PLC - a. [2]



Slika 3.2.1: Modicon 251

Za ekspanzioni modul bit će korišten *Modicon TM3* koji ima 32 izlaza i prikazan je na slici 3.2.2. [3]

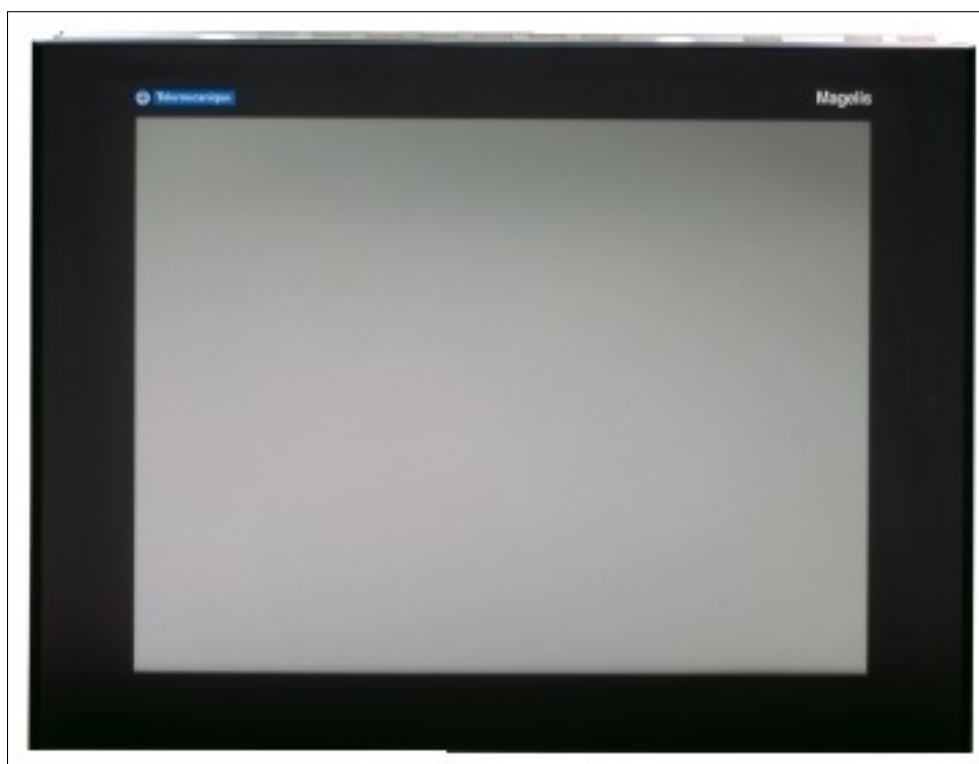


Slika 3.2.2: TM3 ekspanzioni modul

3.3 HMI modul

HMI modul je korisnički interfejs ili nadzorna ploča koja omogućava korisniku lakše upravljanje i nadgledanje mašine, sistema ili uređaja. HMI se najčešće koristi u industrijskim procesima i postrojenjima.

Postoji više izvedbi ovih modula, a u zavisnosti od potrebe korisnik može izabrati ploču s većim ili manjim ekranom. Konkretno u ovom radu je korišten *Magelis XBTGT7340*, sa rezolucijom ekrana 1024x768 piksela. Na 3.3.1 slici je prikazana navedena nadzorna ploča. [4]



Slika 3.3.1: *Magelis XBTGT7340* nadzorna ploča

Ispod su navedene neke od osnovnih karakteristika HMI modula:

- Vizualni prikaz podataka i procesa: Namjena HMI modula je da prvenstveno olakša upravljanje i nadzor cjelokupnog procesa ili sistema. Samim time, korisnik na vrlo jednostavan način može da prati ulaze i izlaze sistema, vrijeme i trajanje procesa i druge parametre koji su bitni za korisnika.
- Pouzdano povezivanje s drugim uređajima: HMI moduli imaju mogućnost komunikacije s PLC-ovima i ulazno/izlaznim senzorima kako bi dobili i prikazali informacije koje korisnici mogu vidjeti. Također, pomoću HMI modula korisnici se mogu povezati sa SCADA, ERP i MES sistemima.
- Visoke performanse: HMI moduli omogućavaju brzu i jednostavnu interakciju između korisnika i postrojenja. Dizajn je vrlo jednostavan, bez nepotrebnih kontrola i grafike.

- Upravljanje na daljinu: HMI moduli omogućavaju i daljinski nadzor koji je prilagođen mobilnim uređajima. Samim time, upravljanje procesom je dosta fleksibilnije i pristupačnije. [5]

Poglavlje 4

Lista signala

Zadati problem nema ulaza, ali zato posjeduje 32 izlaza. U tabeli 4.0.1. prikazani su svi izlazi koje je potrebno povezati na fizičke izlaze PLC - a.

Tabela 4.0.1: Lista signala

Red br.	Signal	Tip	Opis
1	pjesak8	BOOL	semafor 23 i 24, ako je TRUE svijetli zeleno, u protivnom crveno
2	pjesak7	BOOL	semafor 21 i 22, ako je TRUE svijetli zeleno, u protivnom crveno
3	pjesak6	BOOL	semafor 19 i 20, ako je TRUE svijetli zeleno, u protivnom crveno
4	pjesak5	BOOL	semafor 17 i 18, ako je TRUE svijetli zeleno, u protivnom crveno
5	pjesak4	BOOL	semafor 15 i 16, ako je TRUE svijetli zeleno, u protivnom crveno
6	pjesak3	BOOL	semafor 13 i 14, ako je TRUE svijetli zeleno, u protivnom crveno
7	pjesak2	BOOL	semafor 11 i 12, ako je TRUE svijetli zeleno, u protivnom crveno
8	pjesak1	BOOL	semafor 9 i 10, ako je TRUE svijetli zeleno, u protivnom crveno
9	semafor8_zelena	BOOL	semafor 8 zeleno svjetlo
10	semafor8_zuta	BOOL	semafor 8 žuto svjetlo
11	semafor8_crvena	BOOL	semafor 8 crveno svjetlo
12	semafor7_zelena	BOOL	semafor 7 zeleno svjetlo
13	semafor7_zuta	BOOL	semafor 7 žuto svjetlo
14	semafor7_crvena	BOOL	semafor 7 crveno svjetlo
15	semafor6_zelena	BOOL	semafor 6 zeleno svjetlo
16	semafor6_zuta	BOOL	semafor 6 žuto svjetlo
17	semafor6_crvena	BOOL	semafor 6 crveno svjetlo
18	semafor5_zelena	BOOL	semafor 5 zeleno svjetlo
19	semafor5_zuta	BOOL	semafor 5 žuto svjetlo
20	semafor5_crvena	BOOL	semafor 5 crveno svjetlo
21	semafor4_zelena	BOOL	semafor 4 zeleno svjetlo
22	semafor4_zuta	BOOL	semafor 4 žuto svjetlo
23	semafor4_crvena	BOOL	semafor 4 crveno svjetlo
24	semafor3_zelena	BOOL	semafor 3 zeleno svjetlo
25	semafor3_zuta	BOOL	semafor 3 žuto svjetlo
26	semafor3_crvena	BOOL	semafor 3 crveno svjetlo
27	semafor2_zelena	BOOL	semafor 2 zeleno svjetlo
28	semafor2_zuta	BOOL	semafor 2 žuto svjetlo
29	semafor2_crvena	BOOL	semafor 2 crveno svjetlo
30	semafor1_zelena	BOOL	semafor 1 zeleno svjetlo
31	semafor1_zuta	BOOL	semafor 1 žuto svjetlo
32	semafor1_crvena	BOOL	semafor 1 crveno svjetlo

Poglavlje 5

Softversko rješenje zadatka

5.1 Varijable

Implementacija upravljačkog algoritma za rad raskrsnice, koji je opisan u prethodnim poglavljima bit će urađena u softverskom paketu *SoMachine*. U tabeli ??, dat je popis svih varijabli koje se koriste u programu, pri čemu je, gdje je to potrebno, dato dodatno objašnjenje varijable u koloni *opis*. U tabeli figuriše kolona *inicijalna vrijednost*, koja je neophodna u ovom slučaju.

Tabela 5.1.1: Popis korištenih varijabli u programu

Red br.	Naziv	Tip	Inicijalna vrijednost	Opis
1	blinker	BOOL	-	koristi se prilikom treperenja svjetala
2	tajmer	TOF	-	koristi se za odbrojanje vremena
3	okidac	BOOL	-	koristi se za trigerovanje tajmera
4	pjesak8	BOOL	TRUE	ako je TRUE svijetli zeleno, u protivnom crveno
5	pjesak7	BOOL	TRUE	ako je TRUE svijetli zeleno, u protivnom crveno
6	pjesak6	BOOL	FALSE	ako je TRUE svijetli zeleno, u protivnom crveno
7	pjesak5	BOOL	FALSE	ako je TRUE svijetli zeleno, u protivnom crveno
8	pjesak4	BOOL	TRUE	ako je TRUE svijetli zeleno, u protivnom crveno
9	pjesak3	BOOL	TRUE	ako je TRUE svijetli zeleno, u protivnom crveno
10	pjesak2	BOOL	FALSE	ako je TRUE svijetli zeleno, u protivnom crveno
11	pjesak1	BOOL	FALSE	ako je TRUE svijetli zeleno, u protivnom crveno
12	semafor8_zelena	BOOL	FALSE	-
13	semafor8_zuta	BOOL	FALSE	-
14	semafor8_crvena	BOOL	TRUE	-
15	semafor7_zelena	BOOL	FALSE	-
16	semafor7_zuta	BOOL	FALSE	-
17	semafor7_crvena	BOOL	TRUE	-
18	semafor6_zelena	BOOL	TRUE	-
19	semafor6_zuta	BOOL	FALSE	-
20	semafor6_crvena	BOOL	FALSE	-
21	semafor5_zelena	BOOL	FALSE	-
22	semafor5_zuta	BOOL	FALSE	-
23	semafor5_crvena	BOOL	TRUE	-
24	semafor4_zelena	BOOL	FALSE	-
25	semafor4_zuta	BOOL	FALSE	-
26	semafor4_crvena	BOOL	TRUE	-
27	semafor3_zelena	BOOL	FALSE	-
28	semafor3_zuta	BOOL	FALSE	-
29	semafor3_crvena	BOOL	TRUE	-
30	semafor2_zelena	BOOL	TRUE	-
31	semafor2_zuta	BOOL	FALSE	-
32	semafor2_crvena	BOOL	FALSE	-
33	semafor1_zelena	BOOL	FALSE	-
34	semafor1_zuta	BOOL	FALSE	-
35	semafor1_crvena	BOOL	TRUE	-

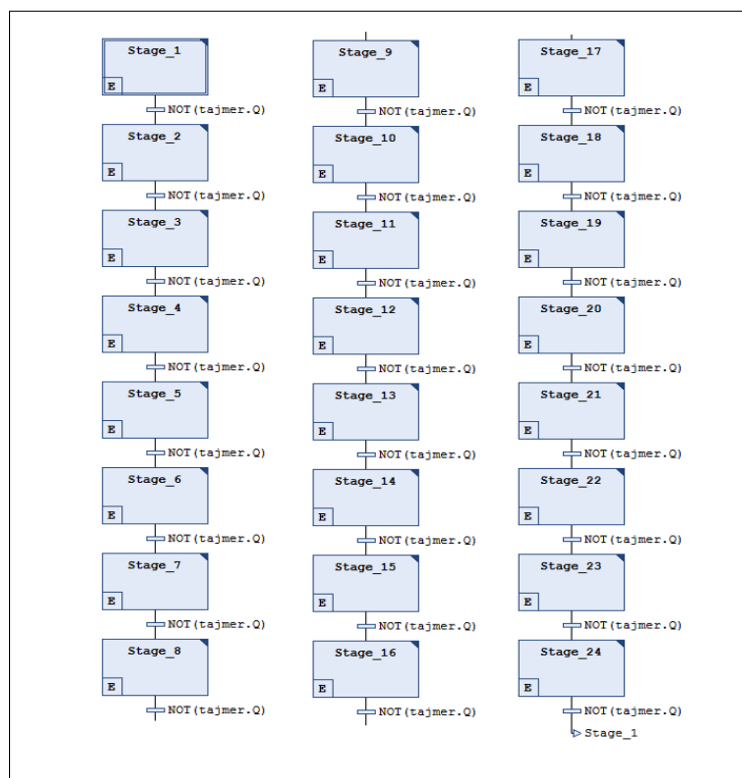
Kada ona ne bi postojala u trenutku uključenja svjetla na svim semaforima bi bila isključena što bi moglo izazvati veliki problem u saobraćaju, u najgorem slučaju nesreće.

5.2 ST i SFC rješenje zadatka

Upravljački algoritam će biti napravljen korištenjem *sekvencijalnog funkcijskog dijagrama (SFC)*, pri čemu će se akcije u pojedinim stanjima opisivati korištenjem *struktuiranog teksta (ST)*. Razlozi zbog čega je odabran ovakav način programiranja su:

- lakša čitljivost koda,
- lakše održavanje koda i kasnije prepravke istog,
- sam opis zadatka koji je dat tabelom 2.2.1.

Na slici 5.2.1. prikazano je rješenje unutar SFC - a.



Slika 5.2.1: Implementacija FSM mašine unutar *SoMachine*

Lako se uočava da data FSM mašina ima 24 stanja koja odgovaraju onim stanjima koja su navedena u tabeli 2.2.1. Prelazi između stanja ostvareni su korištenjem tajmer *TOF*, pri čemu vrijeme zadržavanja u pojedinom stanju odgovara vremenu datom u koloni **t** tabele 2.2.1.

U nastavku je dat primjer ST koda, konkretno u ovom slučaju je to stage 1 ulazna akcija. Može se primjetiti da se tu odvijaju sve radnje koje vrše promjenu stanja semafora, te se mijenja vrijednost varijable okidac u **TRUE**. Prethodno navedeno je jako važno jer se poslije, unutar akcije koja se izvršava kada je stanje aktivno, ona koristi za pokretanje tajmera.

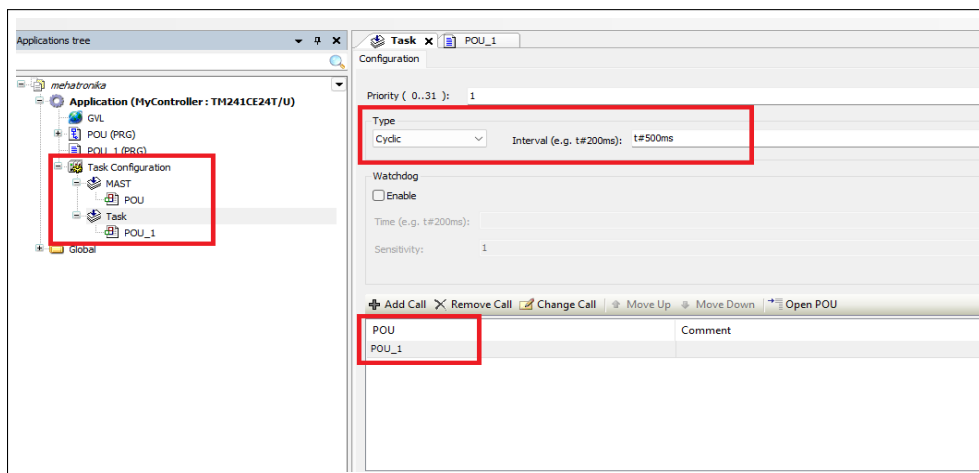
```
semafor6_zuta := FALSE;
semafor6_crvena := FALSE;
```

```
semafor6_zelena := TRUE;  
semafor2_zelena := TRUE;  
okidac := TRUE;
```

Ispod je dat kod koji vrši pokretanje tajmera. Jako je važno da nakon što se pokrene tajmer, vrijednost varijable okidac se vrati na **FALSE**, u protivnom tajmer neće raditi kako treba. Sam tajmer *TOF* radi na način da nakon što mu se dovede impuls, odnosno IN postavi na **TRUE**, njegov izlaz **Q** postaje **TRUE** sve dok se ne odbroji vrijeme koje je dodijeljeno varijabli PT. Nakon što se odbroji vrijeme, izlaz **Q** postaje **FALSE**, te je zadovoljen uvjet prelaska između stanja i program prelazi u naredno stanje.

```
tajmer(IN:= okidac, PT := T#73S);  
okidac := FALSE;
```

ST kod za ostala stanja je identičan, pri čemu je jedina razlika u onim stanjima u kojima zelena svjetla trepere. Kako bi se ostvarilo treperenje svjetala, uvedena je nova varijabla **blinker**, čiji je zadatak da mijenja svoje stanje iz **TRUE** u **FALSE** svakih 500 ms. Ova funkcija je ostvarena tako što je napravljen novi task, koji će se periodički izvršavati svakih 500 ms, te je tom tasku dodijeljen novi POU koji obavlja prethodno navedenu funkcionalnost. Na slici 5.2.2. objašnjen je način kreiranja novog taska.



Slika 5.2.2: Postavljanje novog taska

U nastavku se nalazi kod koji omogućava varijabli **blinker** da mijenja svoje stanje.

```
blinker := NOT(blinker);
```

Ispod je dat kod koji se izvršava kada stage 2 postane aktivan. To je stanje u kojem zeleno svjetlo na semaforu S2 treperi. Potrebno je varijablu blinker postaviti na **FALSE**.

```
blinker := FALSE;  
okidac := TRUE;
```

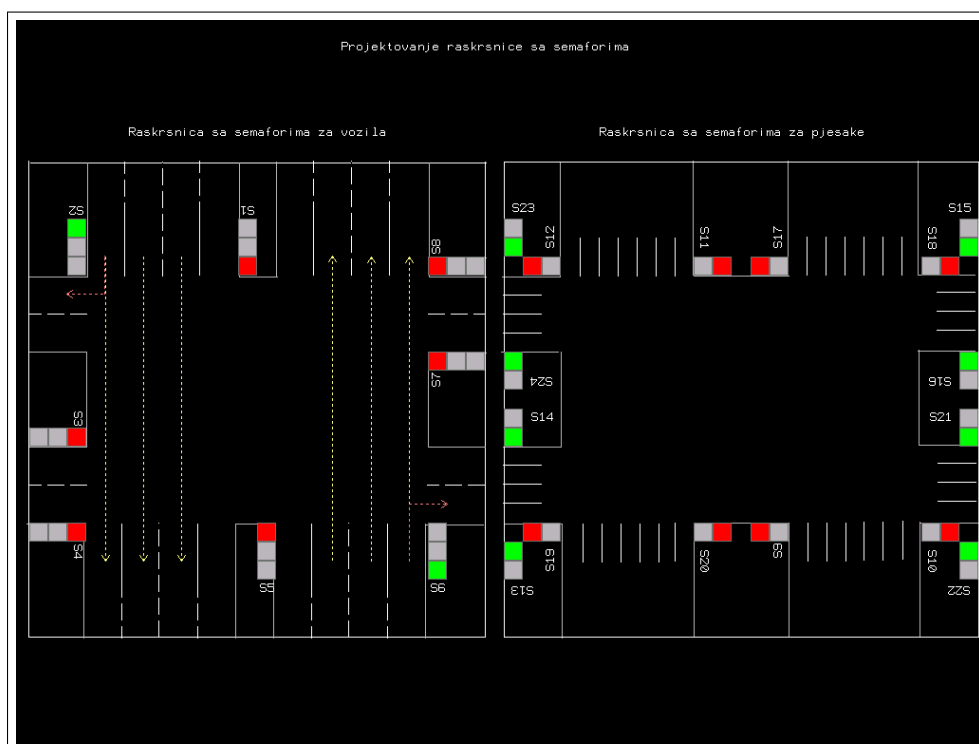
Ispod je dat kod koji se izvršava dok je stage 2 aktivan. Može se primjetiti da pored pokretanja tajmera, koje je analogno onom prethodnom, u kodu se nalazi i linija koda koja zelenom svjetlu na semaforu S2 dodjeljuje vrijednost varijable **blinker**. Pošto navedena varijabla periodički mijenja stanje, zaključuje se da je treperenje zelenog svjetla uspješno realizirano. Preostala stanja u kojima zeleno svjetlo treperi, u osnovi imaju kod koji je naveden u nastavku teksta.

```
tajmer (IN := okidac, PT := T#3S);  
okidac := FALSE;  
semafor2_zelena := blinker;
```

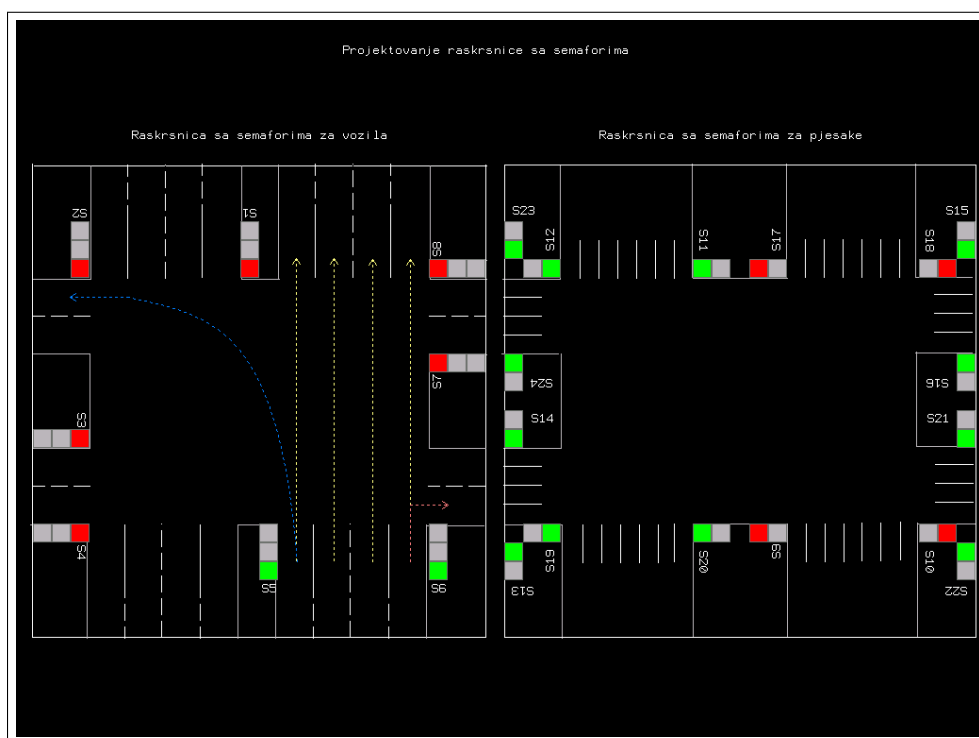
Poglavlje 6

Rješenje zadatka u *Vijeo designeru*

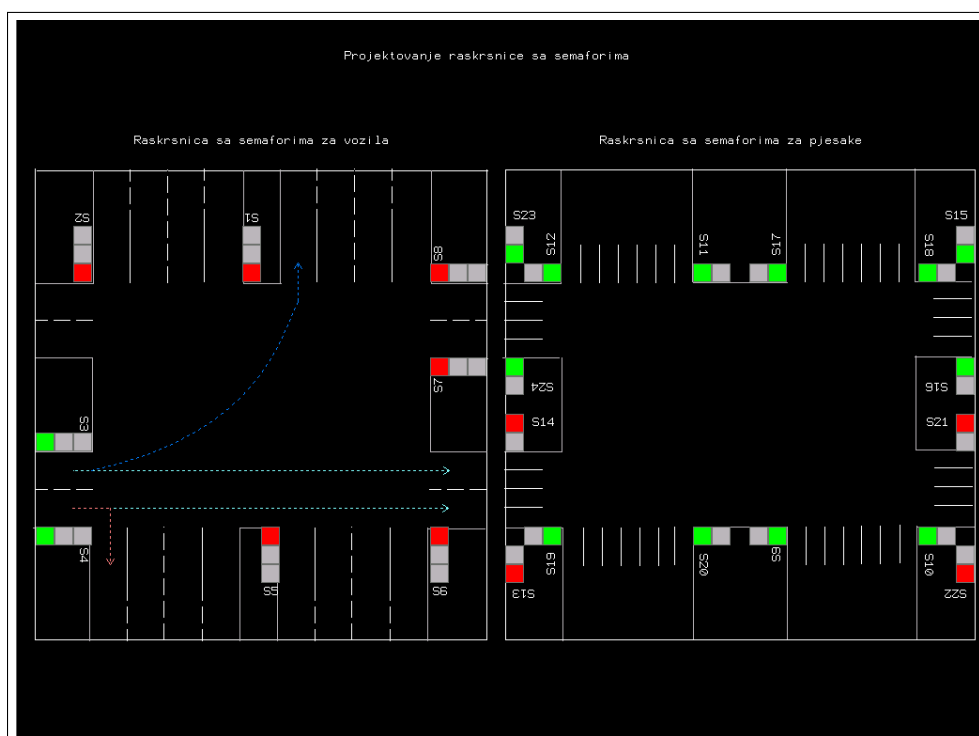
Upravljanje semaforima i bolji nadzor odvijanja saobraćaja u raskrsnici moguće je postići korištenjem grafičkog interfejsa, odnosno HMI-ja. Pri pokretanju samog procesa na HMI-ju će se prikazati prozor na kojem su odvojeni semafori za vozila i semafori za pješake. U poglavlju 2 dat je tekstualni opis rješenja zadatka koje je podijeljeno na 7 dijelova, što je prikazano i na slikama 6.0.1, 6.0.2, 6.0.3, 6.0.4, 6.0.5, 6.0.6 i 6.0.7. Svaki od tih 7 dijelova je odgovarajućom slikom ispod prikazan u *Vijeo designeru*.



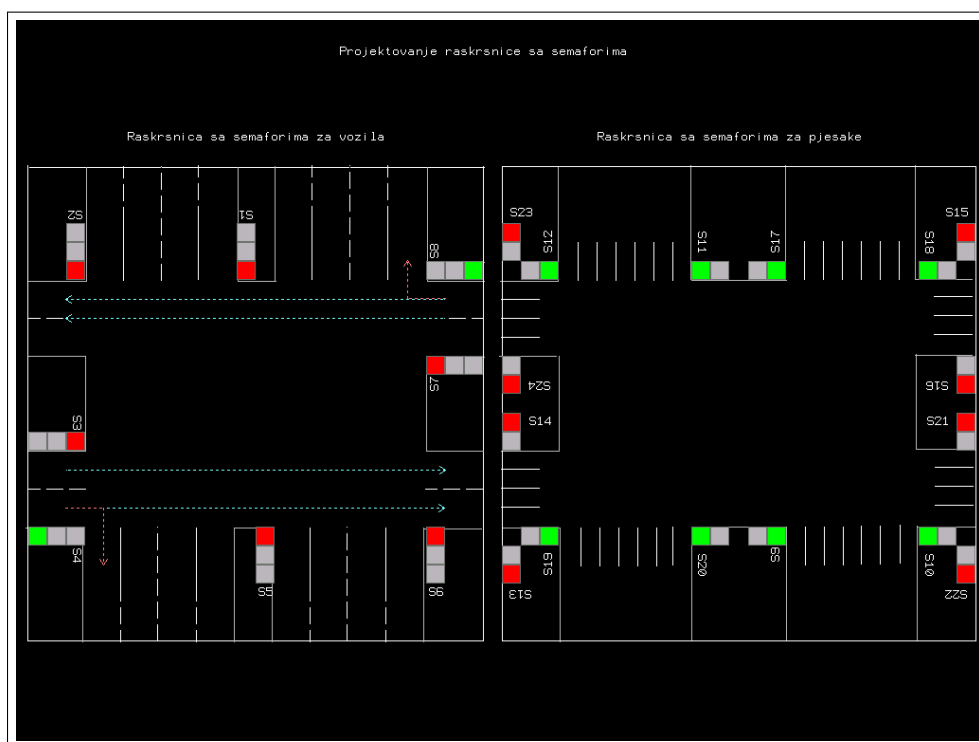
Slika 6.0.1: Izgleda raskrsnice u *Vijeo designeru* - prvi dio



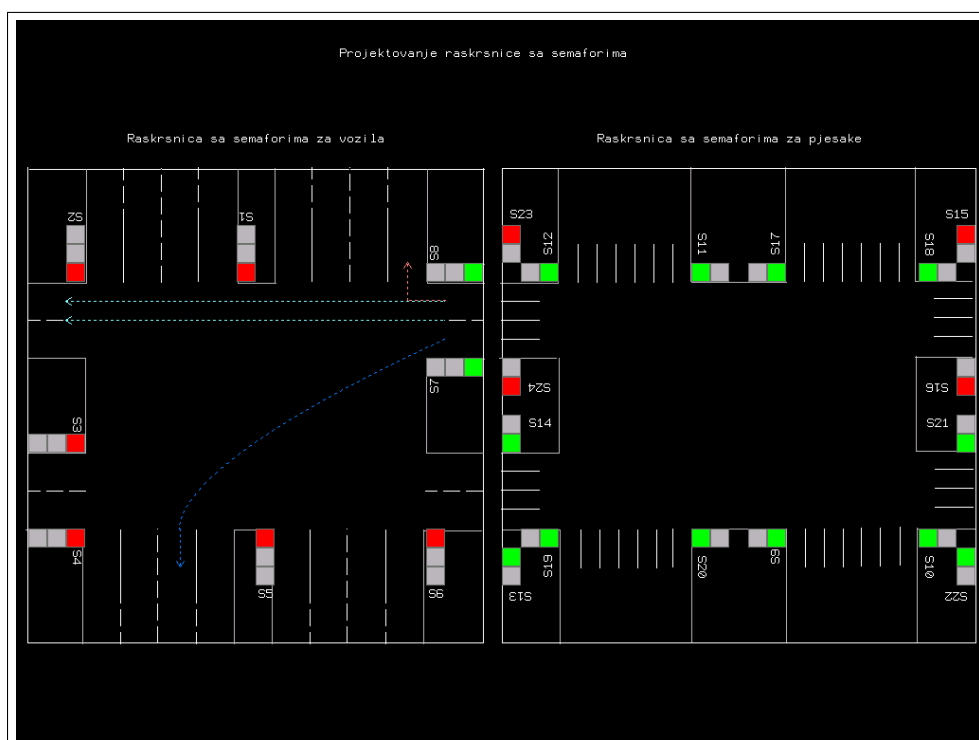
Slika 6.0.2: Izgleda raskrsnice u *Vijeo designeru* - drugi dio



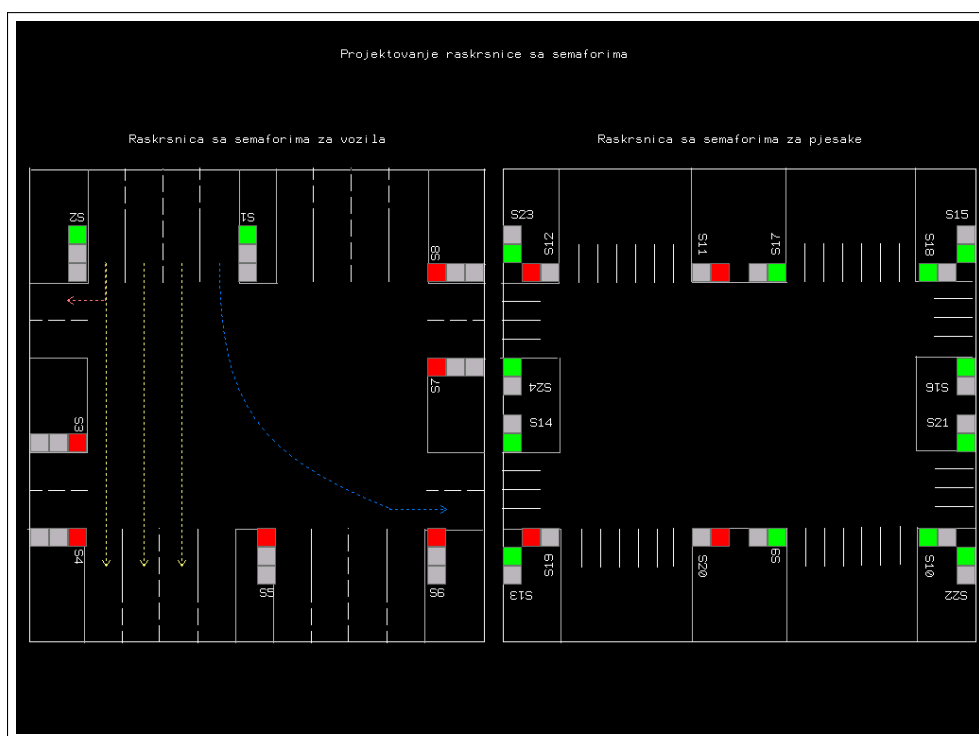
Slika 6.0.3: Izgleda raskrsnice u *Vijeo designeru* - treći dio



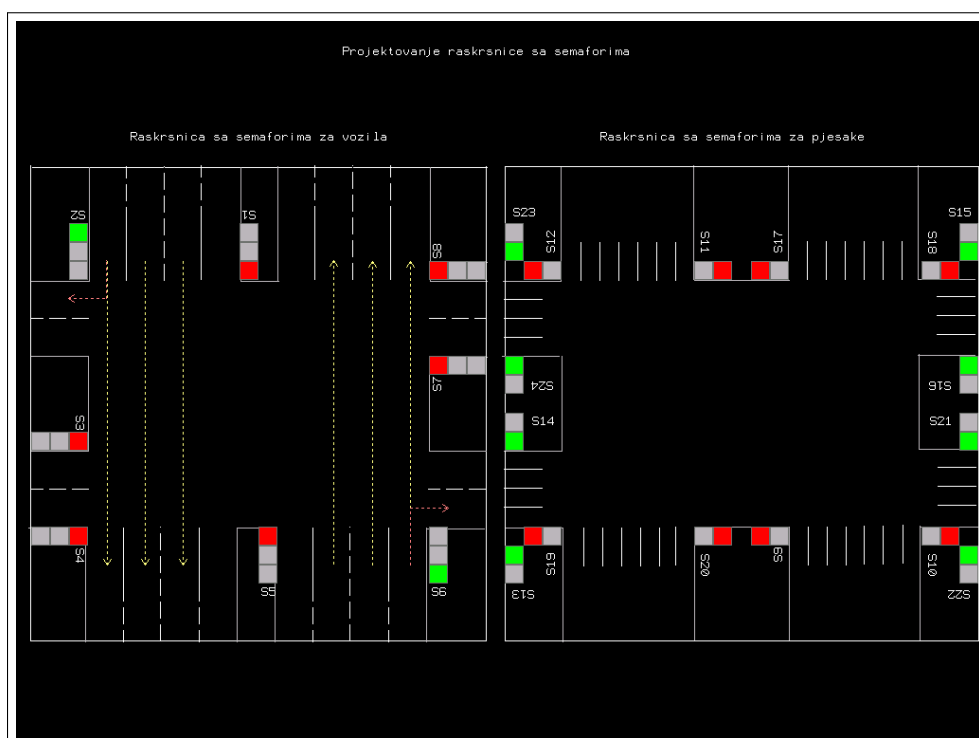
Slika 6.0.4: Izgleda raskrsnice u *Vijeo designeru* - četvrti dio



Slika 6.0.5: Izgleda raskrsnice u *Vijeo designeru* - peti dio



Slika 6.0.6: Izgleda raskrsnice u *Vijeo designeru* - šesti dio



Slika 6.0.7: Izgleda raskrsnice u *Vijeo designeru* - sedmi dio

Poglavlje 7

Zaključak

Rješavanje stvarnih problema korištenjem PLC - ova je dosta jednostavno i efikasno jer oni nude veliku paletu različitih funkcionalnosti. Također, zbog velikog broja različitih načina na koji se mogu realizirati upravljački algoritmi pogodni su za različite aplikacije, kao i za različite ljude koji imaju drugačije filozofije programiranja. Pojavom modularnih PLC - ova riješeni su problemi koji su se javljali zbog malog broja ulaza ili izlaza, te se oni danas mogu koristiti za jako složene operacije sa velikim brojem ulaznih signala i velikim brojem izlaznih signala.

Literatura

- [1] Electric, S. Somachine software suite, dostupno na: <https://www.farnell.com/datasheets/1793039.pdf>
- [2] Electric, S. Tm251mese, dostupno na: <https://www.se.com/ww/en/product/TM251MESE/logic-controller-modicon-m251-2x-ethernet/>
- [3] Electric, S. Modicon tm3 expansion i/o modules for m221, m241, m251, dostupno na: <https://www.se.com/us/en/product-range/62131-modicon-tm3-expansion-i-o-modules-for-m221-m241-m251/>
- [4] Electric, S. Magelis xbt gt_xbtgt7340, dostupno na: <https://www.se.com/us/en/product/XBTGT7340/advanced-touchscreen-panel-1024-x-768-pixels-xga-15-tft-lcd-24-v-dc/>
- [5] Automation, I. What is hmi?, dostupno na: <https://inductiveautomation.com/resources/article/what-is-hmi>