SPOJENÁ ŠKOLA

Nábrežná 1325, 024 01 Kysucké Nové Mesto

KRIŽOVATKA RIADENÁ POMOCOU PLC

Stredoškolská odborná činnosť

Odbor SOČ: 12 – Elektronika, Elektrotechnika a Telekomunikácie

Ondrej PAPRČIAK

Mário LACHMAN

Ročník: štvrtý

Kysucké Nové Mesto

2012

SPOJENÁ ŠKOLA

Nábrežná 1325, 024 01 Kysucké Nové Mesto

Organizačná zložka: Stredná priemyselná škola

KRIŽOVATKA RIADENÁ POMOCOU PLC

Stredoškolská odborná činnosť

Študijný odbor: Číslo 2387 6 – Mechatronika

Odbor SOČ: 12 – Elektronika, Elektrotechnika a Telekomunikácie

Riešitelia: Ondrej PAPRČIAK, Mário LACHMAN

Trieda: IV.BM

Konzultant: Ing. Igor BUKOVINSKÝ, PhD

Dátum odovzdania: 28.2.2012

Kysucké Nové Mesto

2012

Čestné prehlásenie

„Čestne prehlasujeme, že sme predkladanú prácu vypracovali samostatne, za použitia uvedenej literatúry.“

V Kysuckom Novom Meste _____

Dátum

_____

Poďakovanie

Poďakovanie patrí hlavne nášmu konzultantovi pánovi Ing. Igorovi Bukovinskému PhD., ktorý nám ochotne pomáhal pri riešení problémov spojených s touto prácou, ako aj ostatným profesorom, vďaka ktorým sme nadobudli potrebné vedomosti na realizáciu tejto práce.

ABSTRAKT

Táto práca sa zaoberá problematikou návrhu a výroby modelu križovatky tvaru „T“ ako aj problematikou riadenia semaforov tohto modelu pomocou priemyselného automatu PLC. Táto práca bude otvorená pre ďalšie ročníky a môže slúžiť ako učebná pomôcka.

Kľúčové slová: model, križovatka, programovanie, riadenie, simulovanie

Rozsah: 43 s. vrátane príloh, z toho 24 s. textovej časti; textová časť obsahuje 15 obrázkov a 4 tabuľky

ABSTRACT

This work deals with design and production of the intersection of "T" and the issue of traffic lights that control the model with industrial PLC. This work will be open to other classes and can serve as a teaching aid.

Keywords: model, traffic lights, programming, management, simulation

Size: 43 p. including appendix, 24 p. of main part, 19 figures

OBSAH

		strana
1	ÚVOD	6
2	STANOVENIE CIEĽOV PRÁCE	7
3	TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ PRÁCE	8
3.1	PLC systémy	8
3.2	PLC systém SIMATIC S7-200	9
3.3	Programovací softvér STEP7-MICRO/WIN	10
3.4	Použité inštrukcie softvéru STEP7-MICRO/WIN	10
3.4.1	Kontakt “Normally Open”	10
3.4.2	Kontakt “Normally Closed”	11
3.4.3	Funkcia SET a RESET	11
3.4.4	Časovač TON	11
4	VLASTNÉ RIEŠENIE	13
4.1	Návrh a príprava elektrického plastového BOXU	13
4.2	Návrh elektrického zapojenia	13
4.2.1	Návrh rezistorov	17
4.2.2	Zhotovenie dosky plošných spojov	18
4.2.3	Osadenie súčiastok a kompletizácia DPS	19
4.3	Stručný popis funkcie programu	21
5	DISKUSIA VÝSLEDKOV	22
6	ZÁVER	23
ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY		24
PRÍLOHY:		25
	1. Program riadenia križovatky	25
	2. Fotografická dokumentácia	40
	3. CD príloha	43

POUŽITÉ OZNAČENIA A SKRATKY

Zoznam obrázkov

Č. obrázku	Názov obrázku	Strana
Obr.1:	Schéma skenovacieho cyklu	9
Obr.2:	PLC SIMATIC S7-200	9
Obr.3:	Schematická značka spínacieho kontaktu	10
Obr.4:	Schematická značka rozpínacieho kontaktu	11
Obr.5:	Schematická značka funkcie SET a RESET	11
Obr.6:	Schematická značka časovača TON	11
Obr.7:	Podrobná činnosť časovača TON	12
Obr.8:	Postup výroby plastového boxu	13
Obr.9:	Schéma zapojenia	15
Obr.10:	Plošné spoje	15
Obr.11:	Usporiadanie vstupov, výstupov na boxe križovatky	16
Obr.12:	Označenie jednotlivých semaforov	15
Obr.13:	Prepojenie DPS so zdierkami na plastovom boxe	19
Obr.14:	DPS s osadenými súčiastkami	20
Obr.15:	Postup výroby dosky plošných spojov	20

Zoznam tabuliek

Č. tabuľky	Názov tabuľky	Strana
Tab.1:	Časovače	12
Tab.2:	Označenie vstupov	14
Tab.3:	Označenie výstupov	14
Tab.4:	Súpis položiek	16

Zoznam veličín

Symbol	Jednotka	Význam
R	Ω	Elektrický odpor
I	A	Elektrický prúd
U_d	V	Katalógový údaj elektrického napätia diód
U_n	V	Napájacie napätie zdroja
P	W	Výkon

1 ÚVOD

V tejto práci sme sa rozhodli riešiť problematiku riadenia svetelnej križovatky tvaru „T“ pomocou priemyselného automatu. Pre túto úlohu sme sa rozhodli preto, lebo ide o konkrétny príklad automatizačného riadenia. V tejto práci sme zúročili naše vedomosti a poznatky s oblasti Automatizačnej techniky, ako aj Elektrotechniky, ktoré sme nadobudli počas štúdia. Tieto vedomosti využijeme konkrétne pri tvorbe programu riadenia križovatky ako aj pri návrhu a zostavovaní modelu križovatky.

Našu prácu by sme mohli rozdeliť do dvoch hlavných častí. V prvej časti ide o zužitkovanie vedomostí s Elektrotechniky a Automatizačnej techniky, pri návrhu a zostavovaní modelu križovatky ako aj pri hľadaní a zostavovaní správneho variantu programu pre riadenie križovatky. V druhej časti našej práce šlo o dosiahnutie, prípadne náznak riadenia križovatky pomocou Ethernetového modulu pripojeného k priemyselnému logickému automatu Siemens S7-200, ktorý sme si zvolili pre riešenie našej práce.

PLC S7-200 od firmy Siemens sme si zvolili z dôvodu dobrej znalosti a parametrom vyhovujúcim pre našu prácu. Tieto PLC systémy v dnešnej dobe slúžia na automatizovanie rôznych procesov, vrátane riadenia svetelných križovatiek.

Model ktorý sme vytvorili by mohol slúžiť aj ako učebná pomôcka pre ďalších študentov, ktorí by na ňom mohli cvičiť programovanie PLC a taktiež by mohli zdokonaliť načrtnuté riadenie cez internet pomocou Ethernetového modulu.

2 STANOVENIE CIEĽOV PRÁCE

Cieľom našej práce bolo navrhnúť a zhotoviť plne funkčný model križovatky v tvare „T“ s troma semaformi, vyprazdňovacou šípkou a dvoma semaformi pre chodcov. Ďalším cieľom je navrhnúť program riadenia tento model, ktorý bude riadený pomocou PLC. Pre automatizáciu riadenia sme si zvolili PLC (programovateľný logický automat) S7-200 od firmy Siemens. Na vytvorenie programu riadenia sme si zvolili softvér STEP 7 MicroWIN SP8 taktiež od spoločnosti Siemens.

Hlavné ciele:

- Vytvorenie funkčného modelu križovatky tvaru „T“
- Vytvorenie programu pre PLC ktorý bude riadiť križovatku

Vedľajšie ciele:

- Vytvorenie dosky plošných spojov „fotocestou“
- Ponúknuť program riadenia križovatky odladený
- Zostrojiť program riadenia križovatky čo najjednoduchšie
- Zostrojiť program riadenia križovatky ktorý sa bude dať veľmi ľahko konfigurovať
- Zostaviť model križovatky tak, aby sa v budúcnosti dal riadiť pomocou Ethernetového modulu

3 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ PRÁCE

3.1 PLC systémy

PLC (programmable logic controller) je priemyselný, problémovo orientovaný počítač zameraný na riadenie technologického procesu. Jeho použitie je na úrovni číslicového procesného riadenia s diskrétnymi a analógovými vstupno-výstupnými signálmi. To je použitie je možné v logických riadiacich systémoch, ale aj v oblasti spojitého riadenia, napr. regulátor PID.

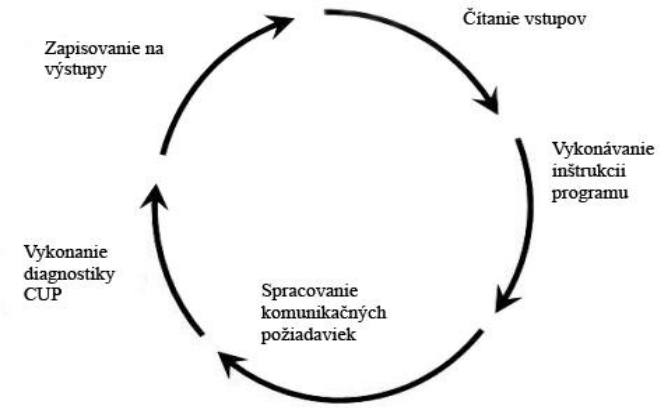
Jedná sa o integrované riešenie ktoré v sebe zahŕňa súbor vstupných a výstupných portov. Pomocou mikroprocesorovej a pamäťovej časti sa vyhodnocuje prítomnosť signálov na vstupe ktoré sa podieľajú na behu programu a pomocou výstupov spínajú akčné členy. PLC systémy je možné rozšíriť o analógové riadenie, ale samostatný priebeh programu je vykonávaný číslicovým počítačom.

Medzi hlavné výhod PLC systémov môžeme zaradiť ich univerzálnosť a spoľahlivosť, vysokú stabilitu jednoduchého operačného systému ale hlavne autonómnosť po vložení programu.

PLC systémy slúžia na riadenie rôznych technologický a iných operácii ako na príklad:

- procesy obrábania
- riadenie výrobných liniek
- spínanie osvetlenia, pohonov, vykurovania
- logistické úlohy

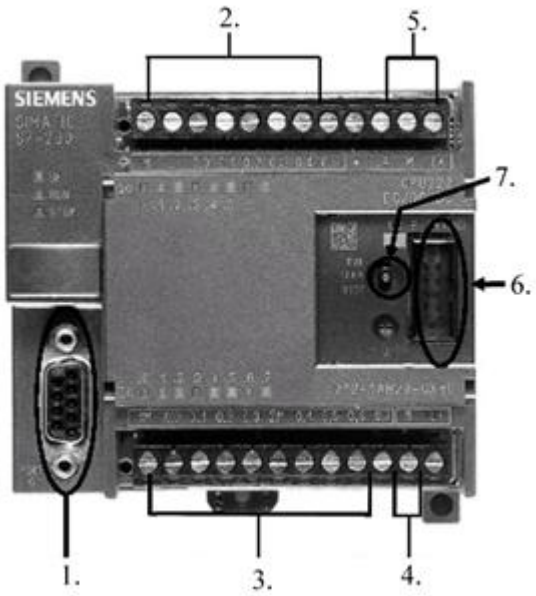
PLC systémy pracujú v tzv. skenovacích cykloch (*obr. 1.*) Každý takýto cyklus začína načítaním aktuálnych hodnôt vstupov. tieto sú načítané do registra obrazu vstupov. Počas vykonávania cyklu sa program vykonáva ako sleď za sebou idúcich inštrukcií. CPU potom spracuje všetky správy prijaté z komunikačného rozhrania, vykonáva auto diagnostiku. Tu kontroluje svoje mikroprogramové vybavenie, pamäť programu a stav všetkých modulov. Na konci cyklu sa z registra obrazu zapisujú hodnoty na fyzické výstupy. V praxi sa ako vstupy môžu použiť rôzne tlačidlá a snímače, ktoré riadia činnosť výstupov. Ako výstupy sa používajú rôzne akčné členy ako napríklad hydraulické motory, pneumatické motory, svetlá a pod. Skenovací cyklus sa neustále opakuje.



Obr. 1 **Schéma skenovacieho cyklu**

3.2 PLC systém SIEMENS SIMATIC S7-200

SIMATIC S7-200 (*obr. 2.*) je rada malých programovateľných automatov (mikro - PLC), určených pre riadenie rôznych automatizačných aplikácii.



1 - Komunikačný port PPI
2 - Svorkovnica výstupov
3 - Svorkovnica vstupov
4 - Výstup pre napájanie senzorov
5 - Napájanie
6 - Port pre rozširujúce moduly
7 - Prepínanie režimov STOP, TERM, RUN

Obr. 2 **PLC SIMATIC S7-200**

Zariadenie S7-200 monitoruje vstupy a riadi výstupy pomocou užívateľského programu, ktorý môže obsahovať Boolovu logiku, počítanie časovanie, matematické operácie a komunikáciu s inými inteligentnými zariadeniami. Konfigurácia zariadenia je flexibilná .

Toto PLC je napájané jednosmerným zdrojom + 24 V a z počítačom komunikuje pomocou PPI kábla.

3.3 Programovací softvér STEP – 7 MICRO/WIN

Programovací softvér STEP-7 Micro/WIN slúži na editovanie a monitorovanie logiky, nutnej k riadeniu aplikácie. Pomocou balíka STEP-7 Micro/WIN realizujeme jednoduché programovanie systémov Simatic S7-200. Tento softvér ponúka viac programovacích metód, ako napríklad: LAD, STL, FBD.

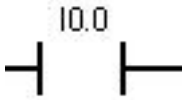
V práci sme použili metódu LAD ((Ladder diagram), ktorá pozostáva s grafického rozhrania, kde sa do NETWORKOV (jednotlivých krokov), ktoré sú postupne vykonávane, vkladajú releové schémy a funkčné bloky.

3.4 Použité inštrukcie balíka STEP-7 MICRO/WIN

V tejto sekcií sa nachádzajú inštrukcie, ktoré sme použili počas tvorby programu pre riadenie križovatky. Ku každej inštrukcií je uvedený aj popis a funkcia, ktorú daná inštrukcia vykonáva.

3.4.1 Kontakt ”Normally Open”

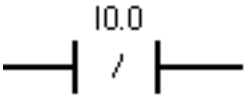
Táto inštrukcia (*obr. 3.*) získava hodnotu z pamäte alebo z obrazu registra. Kontakt je zopnutý keď je hodnota bitu 1.



Obr. 3 **Schematická značka spínacieho kontaktu**

3.4.2 Kontakt ”Normally Closed”

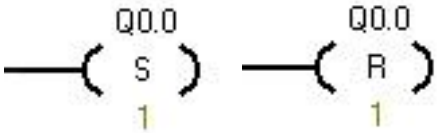
Táto inštrukcia (*obr. 4.*) získava hodnotu z pamäte alebo z obrazu registra. Keď je hodnota bitu 1, kontakt je rozopnutý.



Obr. 4 **Schematická značka rozpínacieho kontaktu**

3.4.3 Funkcia SET a RESET

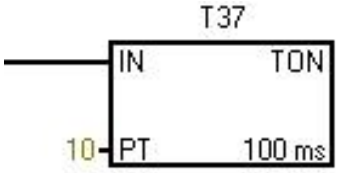
Inštrukcie (S)-set a (R)-reset (*obr. 5.*) slúžia na nastavenie alebo vynulovanie určitého počtu výstupov(N), pričom sa začína na špecifikovanej adrese (bitu).



Obr. 5 **Schematická značka funkcie SET a RESET**

3.4.4 Časovač TON

Časovač TON (On-Delay Timer) (*obr. 6.*) počíta čas od zopnutia vstupu. Keď je po zopnutí aktuálna hodnota časovača vyššia alebo rovná ako nastavený čas, bit časovač je zapnutý. Po vypnutí povoľovacieho vstupu sa aktuálna hodnota časovač vynuluje.



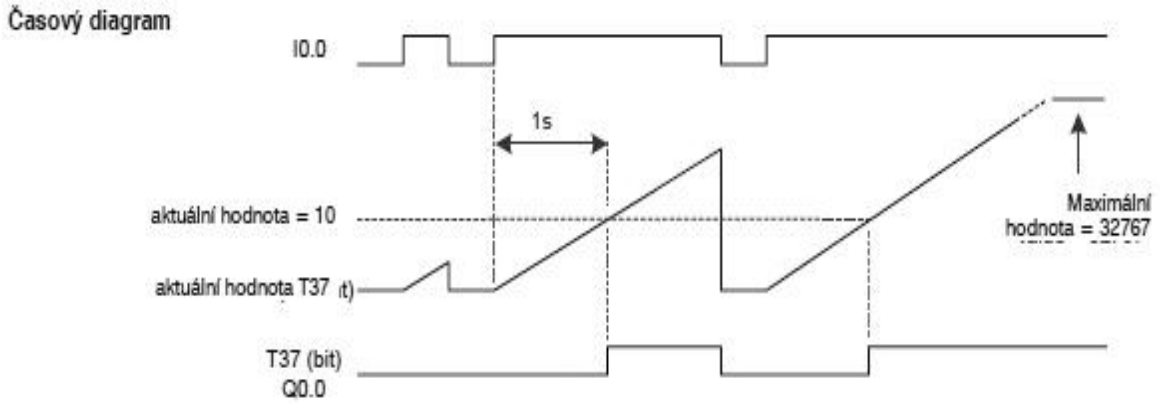
Obr. 6 **Schematická značka časovača TON**

S činnosti scanovacieho cyklu (*Obr. 1.)* je zrejmé, že v jednom programe nie je možné použiť dva rozličné časovače. Pre ozrejmenie funkcií a činnosti časovačov prikladáme tabuľku s ich hodnotami *(tabuľka 1)*

Časovače *tabuľka 1*

Časovač	Rozlíšenie (ms)	Maximálna doba počítania	Číslo časovača
TON, TOF	1 ms	32,767 s	T37, T96
	10ms	326,67 s	T33 až T36, T97 až T100
	100ms	3276,7 s	T37 až T63,T101 až T255

Presnejšiu funkciu a činnosť časovača TON zobrazuje nasledujúci diagram *(obr. 7.)*



Obr. 7 **Podrobná činnosť časovača TON**

4 VLASTNÉ RIEŠENIE

4.1 Návrh a príprava plastového BOXU

Pre zhotovenie modelu križovatky sme si zvolili plastový BOX Scame IP56 GW o rozmeroch 240x190x90. Do tohto boxu sme vyvŕtali otvory pre zdierky, puzdro poistky a otvory pre diódy ktoré budú vysunuté s boxu. Do vnútra boxu sme vlepili svorkovnice, ktorými sme neskôr prepojili zdierky s plošným spojom.

Obr. 8 **Postup výroby plastového boxu**

4.2 Návrh elektrického zapojenia

Pre riadenie križovatky je potrebných 6 semaforov. Štyri semafory sú pre automobily a dva pre chodcov. Semafory pre automobily majú tri svetlá (zelená, oranžová, červená). Jeden s týchto semaforov má len jedno svetlo, a to vyprázdňovacia šípka v rohu križovatky (zelená). Semafory pre chodcov majú dve svetlá (zelená, červená). Svetlá na týchto semaforoch sú prepojené do série po dvoch svetlách. Zelene svetlo na pravom semafore je v sérií so zeleným svetlom na ľavom semafore, a červené svetlá sú prepojené taktiež do série ako aj zelené. Jednotlivé svetlá sú prepínané pomocou samostatných výstupov *(tabuľka 3).* Spúšťanie programu riadenia križovatky, ako aj jeho vypnutie a test LED diód je realizované pomocou jednotlivých vstupov *(tabuľka 2).*

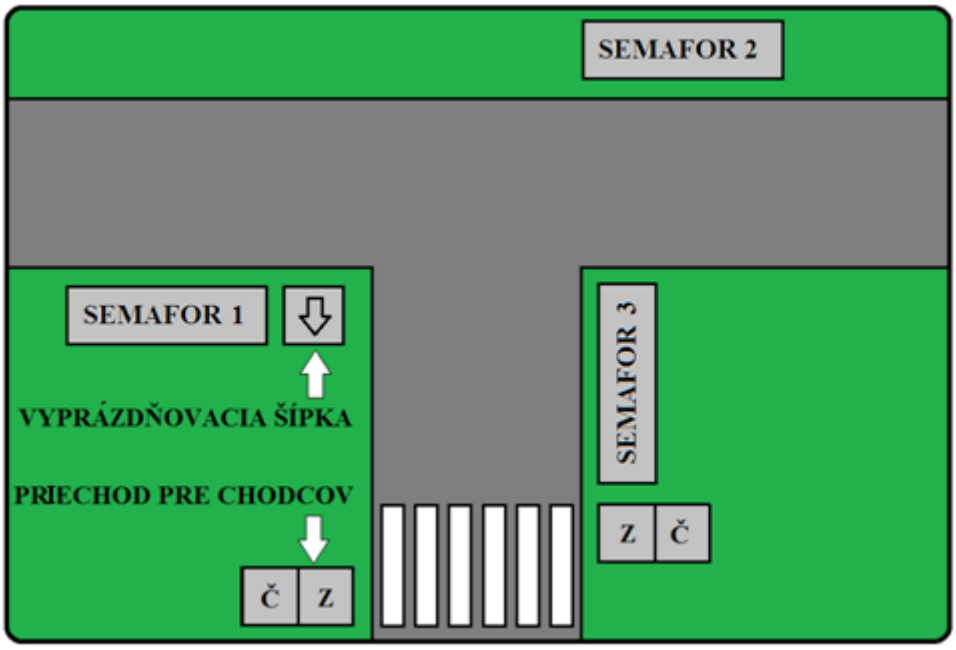
Označenie vstupov *tabuľka 2*

VSTUPY	
I0.0	Zapnutie programu riadenia
I0.1	Test LED diód
I0.2	Vypnutie programu riadenia

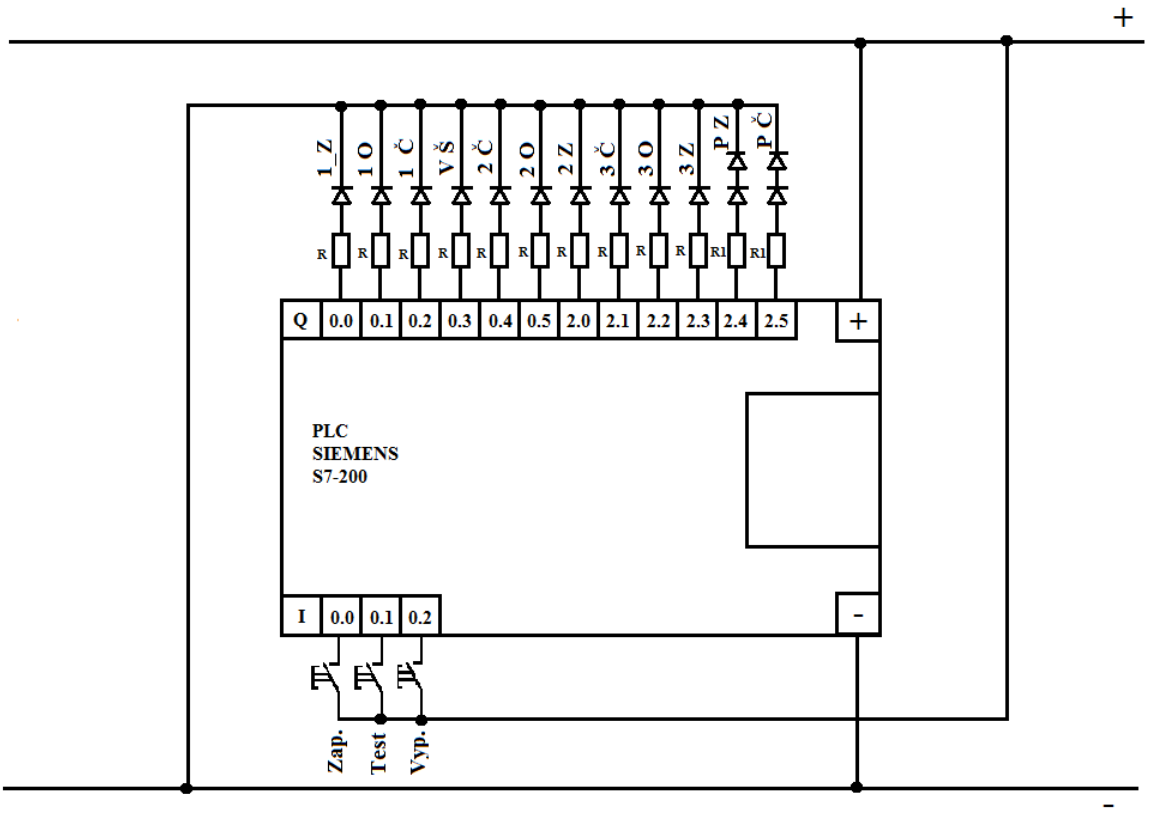
Označenie výstupov *tabuľka 3*

VÝSTUPY	
Q0.0	Semafor 1- zelená
Q0.1	Semafor 1- oranžová
Q0.2	Semafor 1- červená
Q0.3	Vyprázdňovacia šípka
Q0.4	Semafor 2 – červená
Q0.5	Semafor 2 – oranžová
Q2.0	Semafor 2 – zelená
Q2.1	Semafor 3 – červená
Q2.2	Semafor 3 – oranžová
Q2.3	Semafor 3 – zelená
Q2.4	Priechod – zelená
Q2.5	Priechod – červená

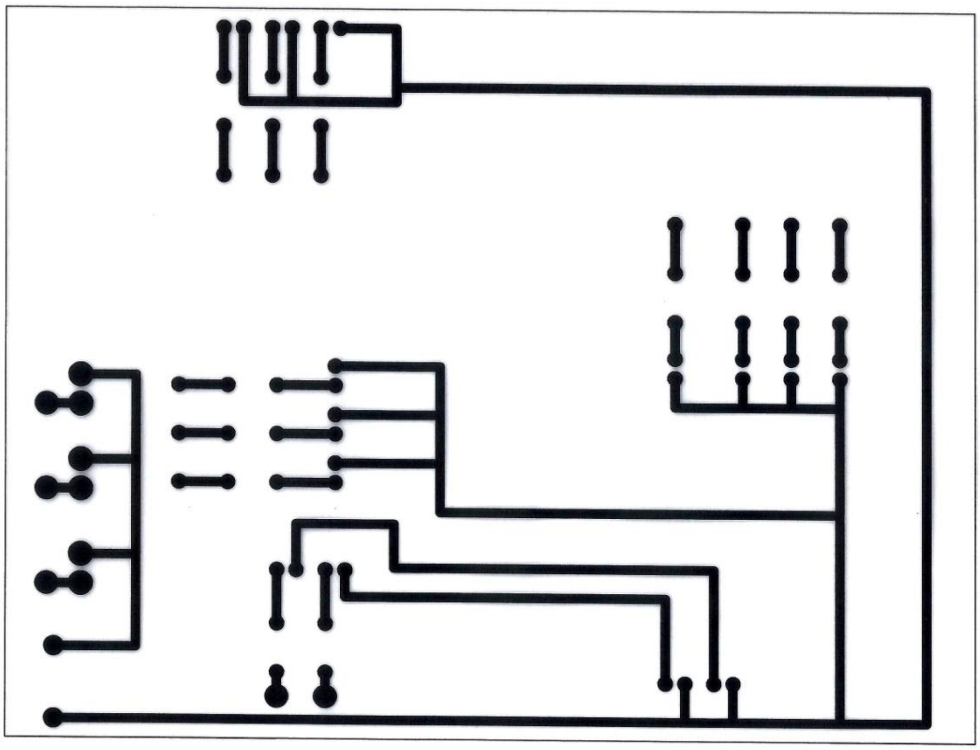
Podľa tohto rozloženia sme zostavili schému zapojenia (*Obr. 9)*. Vysvetlivky k schéme elektrického zapojenia uvádzame v *tabuľke 4*. Na základe tejto schémy sme zhotovili dosku plošných spojov pre umiestnenie jednotlivých súčiastok (*Obr. 10)*. Pridávame aj obrázok znázorňujúci jednotlivé vstupy a výstupy na boxe križovatky (*Obr. 11)*, ako aj obrázok s označenými číslami semaforov (*Obr. 12)*, aby bolo jasne, kde sa ktoré svetlo nachádza.



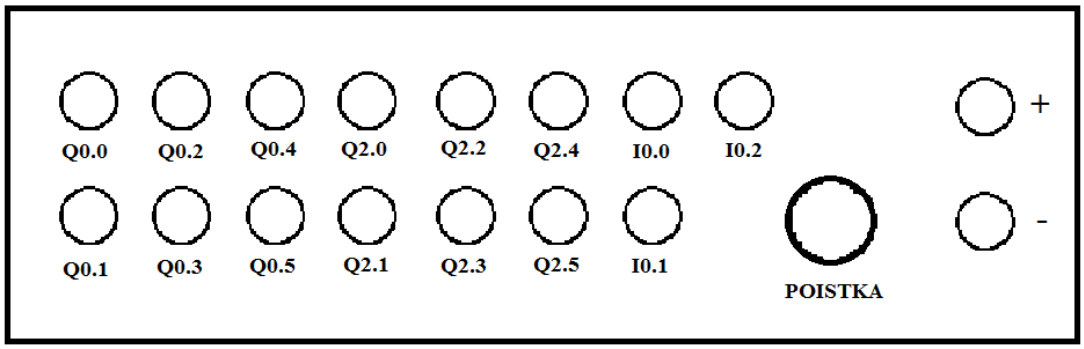
Obr. 12 **Označenie jednotlivých semaforov**



Obr. 9 **Schéma zapojenia**



Obr. 10 **Plošné spoje**



Obr. 11 **Usporiadanie vstupov, výstupov na boxe križovatky**

Súpis položiek *tabuľka 4*

Značka	Typ	Popis
1 Z	L-53GD,5mm, 20mcd	Zelená farba na semafore číslo 1
1 O	L-53ED, 5mm, 25mcd	Oranžová farba na semafore číslo 1
1 Č	L-53HD, 5mm, 5mcd	Červená farba na semafore číslo 1
V Š	L-53GD,5mm, 20mcd	Zelená farba na vyprázdňovacej šípke
2 Č	L-53HD, 5mm, 5mcd	Červená farba na semafore číslo 2
2 O	L-53ED, 5mm, 25mcd	Oranžová farba na semafore číslo 2
2 Z	L-53GD,5mm, 20mcd	Zelená farba na semafore číslo 2
3 Č	L-53HD, 5mm, 5mcd	Červená farba na semafore číslo 3
3 O	L-53ED, 5mm, 25mcd	Oranžová farba na semafore číslo 3
3 Z	L-53GD,5mm, 20mcd	Zelená farba na semafore číslo 3
P Z	L-53GD,5mm, 20mcd	Zelená farba na semafore pre chodcov
P Č	L-53HD, 5mm, 5mcd	Červená farba na semafore pre chodcov
R	Rezistor R=1100 Ω / 0,6W	Rezistor (zaradené kvôli napätiu na LED dióde U=3V)
R1	Rezistor R=1000 Ω / 0,6W	Rezistor (zaradené kvôli napätiu na LED dióde U=6V)
Zap.	T250, PS10B2-Spinacie	Tlačidlo zapnutia programu riadenia
Test	T250, PS10B2-Spinacie	Tlačidlo na zapnutie skúšky LED diód
Vyp.	T250, PS10B2-Spinacie	Tlačidlo vypnutia programu riadenia

4.2.1 Návrh rezistorov

Pre výpočet rezistorov LED diód platí:

$$R = \frac{U_n - U_d}{I} \ (\Omega)$$

$$R = \frac{24-3}{0.02} \ (\Omega)$$

$$R = 1050\,\Omega$$

Pre výpočet rezistorov dvoch LED diód v sérií platí:

$$R_1 = \frac{U_n - 2U_d}{I} \ (\Omega)$$

$$R_1 = \frac{24-6}{0,02} \ (\Omega)$$

$$R_1 = 900\,\Omega$$

Kde: Un.....napájacie napätie zdroja

Ud.....napätie na diódach

I.....prúd na diódach

Výpočet výkonu rezistora:

P = U.I

P = 24.0,02

P = 0,48W

Kde: P.....výkon (W)

I.....prúd (A)

U.....napájacie napätie (24V)

Podľa výpočtov sme použili rezistory s odporom 1100 Ω a 1000 Ω pre výkon do 0,6W.

4.2.2 Zhotovenie dosky plošných spojov

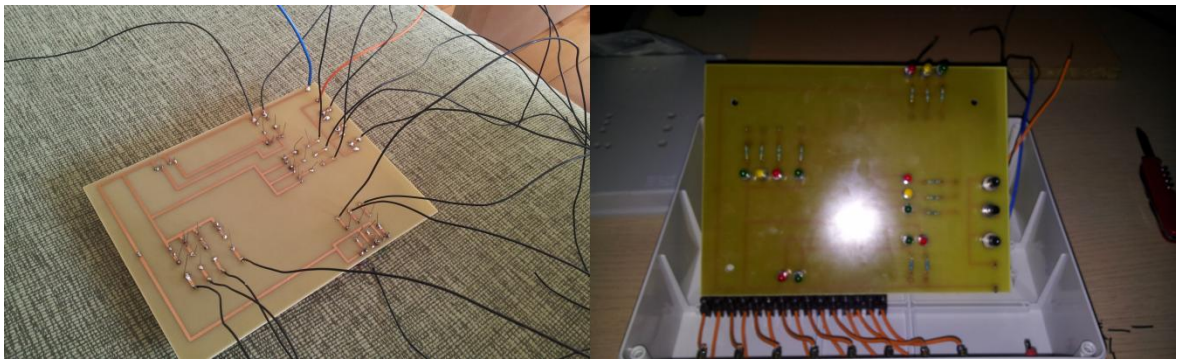
Ako prvé sme si museli zvoliť spôsob výroby dosky plošných spojov. Zvolili sme si teda možnosť výroby fotocestou. Tento variant sme si vybrali hlavne s toho dôvodu, že sme týmto spôsobom ešte dosku plošných spojov nevyrábali a taktiež preto, že výsledná doska je esteticky krajšia ako pri výrobe klasickým spôsobom.

Najskôr sme si vytlačili plošné spoje (*Obr. 10)* na priehľadnú fóliu pomocou laserovej tlačiarne, pretože ak by sme tlačili na atramentovej, vytlačená plocha by mohla presvitať, a to by mohlo zapríčiniť nesprávne presvietenie na fotocitlivú dosku. Ďalším krokom bolo nasvecovanie dosky plošných spojov (nasledujúce kroky boli realizované v úplnej tme). Tento krok sme realizovali tak, že sme fotocitlivú dosku o rozmeroch 20x15 cm položili na tvrdý podklad a odlepili sme s dosky ochrannú fóliu. Následne sme na dosku priložili fóliu s plošnými spojmi a túto sme priložili tenkým kusom skla aby fólia držala pevne na svojom mieste. Nad takto pripravenú dosku sme umiestnili halogénovú lampu, ktorú sme na fotocitlivú dosku nechali svietiť po dobu 25 minút (výkon žiarivky bol 400W). Po nasvietení sme dosku ponorili do roztoku vývojky zmiešanej s prevarenou vodou na dobu 5 minút (tento krok môže trvať odlišnú dobu, podľa zásaditosti roztoku, nasvietené plôšky musia vo vývojke zhnednúť). Po vybratí s roztoku vývojky putuje doska do nádoby s leptacím roztokom. Dosku v tomto roztoku ponecháme po dobu 20 minút, prípadne kým sa neodleptá nepotrebná vrstva medi s dosky. Na doske po vyleptaní zostanú len nasvietené plošné spoje. Po leptaní je vhodné hotovú dosku opláchnuť od roztokov pod tečúcou vodou a následne ju nechať vysušiť. Celý postup výroby dosky plošných spojov sa nachádza zobrazený na *obrázku 13.*

Obr. 13 **Postup výroby dosky plošných spojov**

4.2.3 Osadenie súčiastok a kompletizácia DPS

Pred osádzaním súčiastok na dosku bolo potrebné prevŕtať otvory, do ktorých sa budú súčiastky vkladať. Pre tieto otvory sme zvolili priemer 1mm. Ako prvé sme osadili LED diódy rôznych farieb podľa potreby. Diódy bolo potrebné podložiť tak, aby boli vo výške aspoň 5 mm. Ako druhé nasledovali rezistory pre samostatné diódy a taktiež pre dve diódy v sérií. Ako posledné prišli na rad tri spínacie tlačidlá a káble. Dosku s osadenými súčiastkami môžete vidieť na *obrázku 14*.



Obr. 14 **DPS s osadenými súčiastkami**

Po osadení súčiastok na DPS zostáva už len pripojiť káble k presne určeným zdierkam, prostredníctvom svorkovníc umiestnených v plastovom boxe a pripojenie poistky, ktorá bude chrániť zariadenie (*Obr. 15).*

Obr. 15 **Prepojenie DPS so zdierkami na plastovom boxe**

4.3 Stručný popis funkcie programu

Po skompilovaní a nahratí programu do PLC uvedieme tento automat do režimu RUN. Vtedy začnú blikať všetky oranžové LED diódy, ktoré signalizujú že križovatka je funkčná, avšak nie je riadená semaformi. Po stlačení tlačidla ŠTART prestanú oranžové diódy blikať a zostanú svietiť po určitú dobu, aby si vodiči uvedomili že sa začína niečo diať. Po ubehnutí doby, po ktorú svieti oranžová, sa na všetkých semaforoch rozsvieti červená. Automobily so všetkých strán zastavia. Po zastavení premávky sa začnú púšťať jednotlivé smery podľa toho, ako si ich nastavíme v programe riadenia. Púšťanie jednotlivých smerov bude realizované programom dookola, až kým nestlačíme tlačidlo STOP. Po stlačení tohto tlačidla začne svietiť oranžová na všetkých semaforoch na určitú dobu, aby si vodiči uvedomili, že sa niečo bude diať. Po uplynutí tejto doby oranžové svetla prestanú svietiť, ale začnú blikať.

Celá problematika programu spočíva v tom, že hneď po odštartovaní cyklu sa spustí funkcia SM0.5, ktorá zabezpečuje blikanie oranžových svetiel, pokiaľ nie je križovatka riadená semaformi. Po stlačení tlačidla ŠTART pokračuje program jednoduchými, opakovanými krokmi a to nastavovaním jednotlivých výstupov a následne ich resetovaním po uplynutí časovača TON. Týmto spôsobom ovládania sa stáva program jednoduchým, dobe prehľadným a ľahko opraviteľným. Po stlačení tlačidla STOP sa znova začne opakovať funkcia SM0.5. Bližší popis jednotlivých riadkov programu je v samotnom programe riadenia, ktorý je priložený v prílohách.

5 Diskusia výsledkov

Vytvorili sme svetelný model križovatky tvaru „T“, ktorý je určený na simulovanie riadenia križovatky pomocou svetelných semaforov, a to pomocou PLC. Na modeli sa nachádzajú LED diódy, ktoré predstavujú jednotlivé semafory. Tieto diódy sú umiestnené na doske plošných spojov, ktorú sme navrhli a vyrobili. Túto dosku sme umiestnili do bezpečného plastového boxu, ktorý ju chráni. K modelu križovatky poskytujeme aj náš program riadenia.

V našej práci sme splnili všetky nami stanovené ciele, hlavné, ako aj vedľajšie:

- Vytvorili sme plne funkčný model križovatky tvaru „T“, ktorý sme zostrojili tak, aby mohol byť riadený pomocou PLC automatu od firmy Siemens.
- Vytvorili sme funkčný program riadenia križovatky, ktorý sme navrhli tak, aby bol s hľadiska bezpečnosti premávky čo najkorektnejší.
- Dosku plošných spojov sme vytvorili spomínanou fotocestou.
- Program riadenia je bez chýb, je odladený a plne funkčný. Navrhnutý je veľmi jednoducho a dá sa ľahko konfigurovať.
- Model sa nám podarilo navrhnúť a vyrobiť tak, aby bolo možné riešiť jeho ovládanie pomocou Ethernetového modulu.

6 Záver

Našim cieľom bolo zostaviť model križovatky tvaru „T“ so svetelnými semaformi a k nemu vytvoriť funkčný program riadenia svetelnej signalizácie pomocou PLC. Navrhli sme kompletnú elektroinštaláciu. Ktorú sme osadili do plastového boxu. Do boxu sme vyvŕtali jednotlivé otvory pre LED diódy, poistku a zdierky pre vstupy a výstupy s PLC. K modelu sme vytvorili aj program, ktorý riadi svetelnú signalizáciu na križovatke. Toto riadenie je realizované prostredníctvom pamäťových buniek V, časovačov TON a inštrukcií balíka STEP7-Micro/Win. Spúšťanie a vypínanie je možné vykonať pomocou spínacích tlačidiel umiestnených na boxe.

Model je možné využiť ako prostriedok na simuláciu podobných úloh riadenia alebo signalizácie pomocou PLC. Ovládanie modelu závisí od programu vytvoreného a nahratého do PLC. Slúžiť môže na simuláciu úloh s využitím časovačov a iných inštrukcií PLC Simatic S7-200 od firmy Siemens. Tento model bol navrhnutý tak, aby ho bolo možné riadiť pomocou Ethernetového modulu, čím sme chceli otvoriť túto tému pre ďalšie ročníky.

Zoznam použitej literatúry

1. Siemens, Manuál k PLC SIAMTIC S7-200
3.Vydanie. [s.1] 474s. 6ES7 298--8FA22--8BH0.

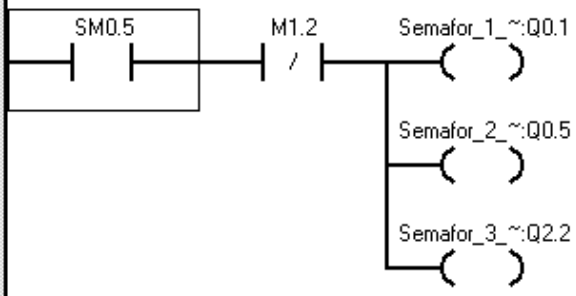
Prílohy

1. Program riadenia

PROGRAM COMMENTS

Network 1 Network Title

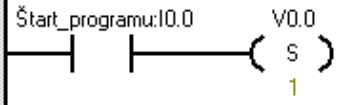
Po spustení režimu RUN na PLC začnú blikať oranžové LED.



Symbol	Address	Comment
Semafor_1_oranžová	Q0.1	Oranžová na semafore číslo 1 (pravý semafor)
Semafor_2_oranžová	Q0.5	Oranžová na semafore číslo 2 (ľavý semafor)
Semafor_3_oranžová	Q2.2	Oranžová na semafore číslo 3 (semafor na kolmej ceste)

Network 2

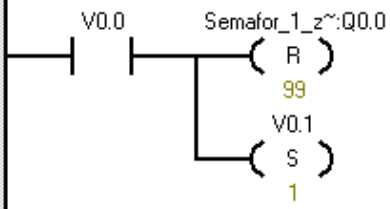
Tlačidlom štart spustíme program. Po stlačení tlačidla štart nasetujeme bunku V0.0.



Symbol	Address	Comment
Štart_programu	I0.0	Tlačidlom zapneme program na riadenie kryžovatky.

Network 3

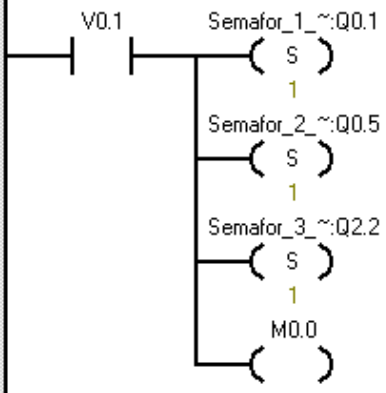
Bunka V0.0 vyresetuje všetky výstupy PLC, zároveň nasetuje bunku V0.1.



Symbol	Address	Comment
Semafor_1_zelená	Q0.0	Zelená na semafore číslo 1 (pravý semafor)

Network 4

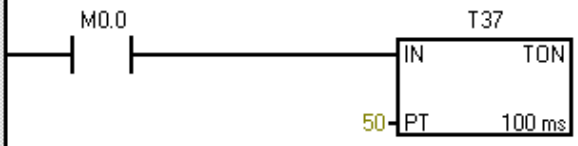
Bunka V0.1 nasetuje nasledujúce výstupy, čo znamená že sa rozsvietia oranžové LED, zároveň nasetujeme pamäťovú bunku M0.0.



Symbol	Address	Comment
Semafor_1_oranžová	Q0.1	Oranžová na semafore číslo 1 (pravý semafor)
Semafor_2_oranžová	Q0.5	Oranžová na semafore číslo 2 (ľavý semafor)
Semafor_3_oranžová	Q2.2	Oranžová na semafore číslo 3 (semafor na kolmej ceste)

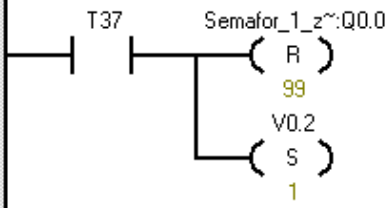
Network 5

Pamäťová bunka M0.0 spustí časovač T37, ktorý začne počítať 5 sekúnd.



Network 6

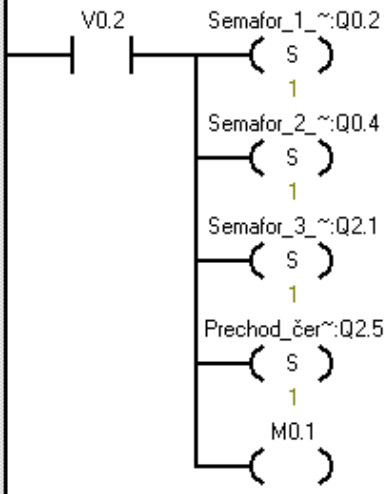
Po uplinutí času definovaného v časovači T37 vyresetujeme všetky výstupy, čo znamená že prestanu svietiť oranžové LED, zároveň nasetuje bunku V0.2.



Symbol	Address	Comment
Semafor_1_zelená	Q0.0	Zelená na semafore číslo 1 (pravý semafor)

Network 7

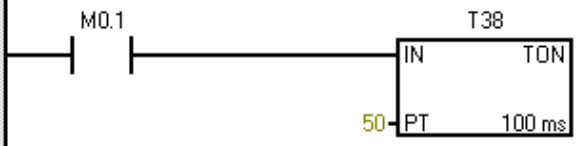
Nasetovaná bunka V0.2 vykoná nasetovanie výstupov, čo znamená že sa rozsvietia príslušné LED. Nasetjeme bunku M0.1.



Symbol	Address	Comment
Prechod_červená	Q2.5	Červená na semafore pre chodcov
Semafor_1_červená	Q0.2	Červená na semafore číslo 1 (pravý semafor)
Semafor_2_červená	Q0.4	Červená na semafore číslo 2 (ľavý semafor)
Semafor_3_červená	Q2.1	Červená na semafore číslo 3 (semafor na kolmej ceste)

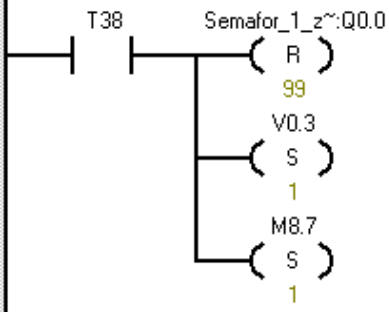
Network 8

Pamäťová bunka M0.1 spustí časovač T38, ktorý počíta T38.



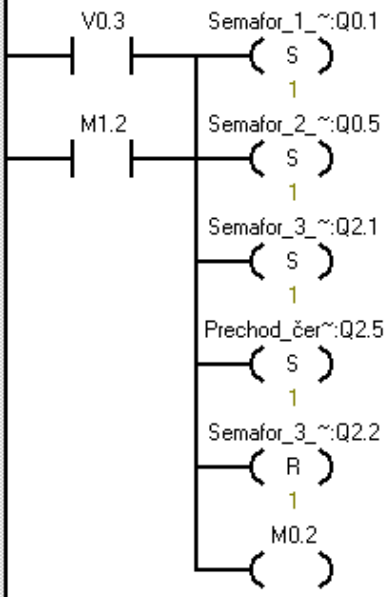
Network 9

Po uplinutí doby časovača T38 sa vyresetujú všetky bunky, zároveň sa nasetuje pamäťová bunka M8.7.
NASLEDUJÚCE KROKY SPOČÍVAJÚ V ROVNAKOM PRINCÍPE, PRETO ICH NEBUDEME POPISOVAŤ. POPÍSANÉ BUDÚ LEN BUNKY KTORÉ SÚ ODLIŠNÉ.



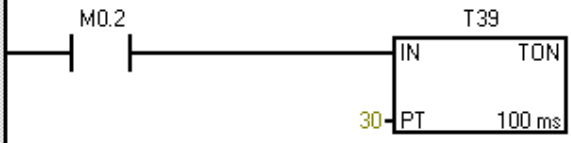
Symbol	Address	Comment
Semafor_1_zelená	Q0.0	Zelená na semafore číslo 1 (pravý semafor)

Network 10

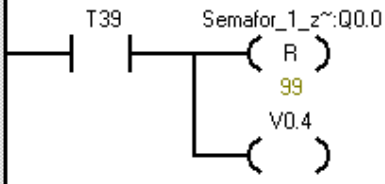


Symbol	Address	Comment
Prechod_červená	Q2.5	Červená na semafore pre chodcov
Semafor_1_oranžová	Q0.1	Oranžová na semafore číslo 1 (pravý semafor)
Semafor_2_oranžová	Q0.5	Oranžová na semafore číslo 2 (ľavý semafor)
Semafor_3_oranžová	Q2.2	Oranžová na semafore číslo 3 (semafor na kolmej ceste)
Semafor_3_červená	Q2.1	Červená na semafore číslo 3 (semafor na kolmej ceste)

Network 11

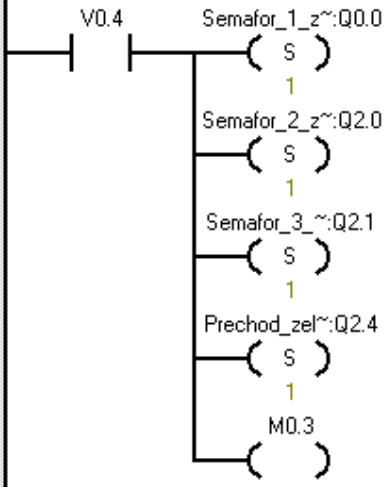


Network 12



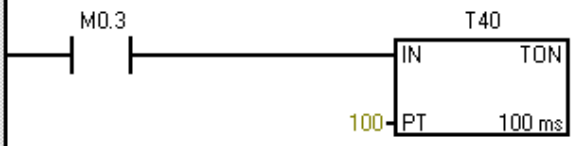
Symbol	Address	Comment
Semafor_1_zelená	Q0.0	Zelená na semafore číslo 1 (pravý semafor)

Network 13

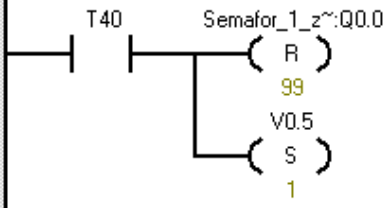


Symbol	Address	Comment
Prechod_zelená	Q2.4	Zelená na semafore pre chodcov
Semafor_1_zelená	Q0.0	Zelená na semafore číslo 1 (pravý semafor)
Semafor_2_zelená	Q2.0	Zelená na semafore číslo 2 (ľavý semafor)
Semafor_3_červená	Q2.1	Červená na semafore číslo 3 (semafor na kolmej ceste)

Network 14

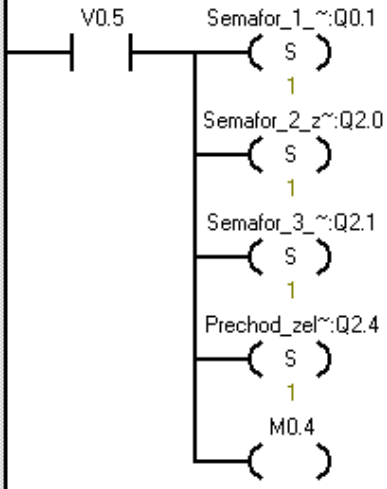


Network 15



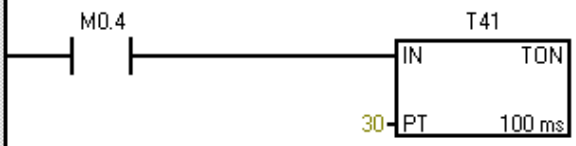
Symbol	Address	Comment
Semafor_1_zelená	Q0.0	Zelená na semafore číslo 1 (pravý semafor)

Network 16

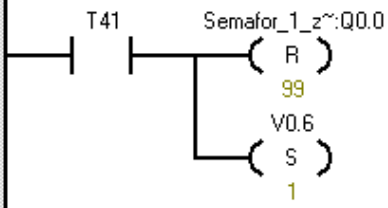


Symbol	Address	Comment
Prechod_zelená	Q2.4	Zelená na semafore pre chodcov
Semafor_1_oranžová	Q0.1	Oranžová na semafore číslo 1 (pravý semafor)
Semafor_2_zelená	Q2.0	Zelená na semafore číslo 2 (ľavý semafor)
Semafor_3_červená	Q2.1	Červená na semafore číslo 3 (semafor na kolmej ceste)

Network 17

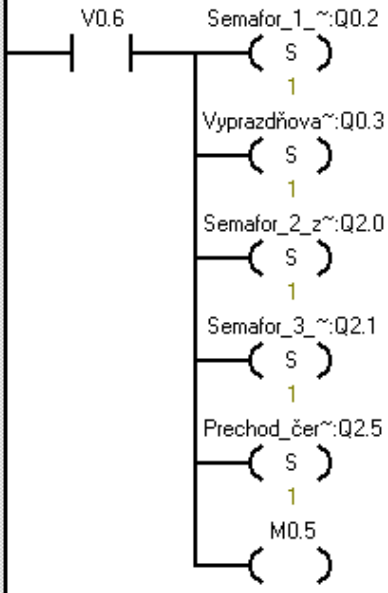


Network 18



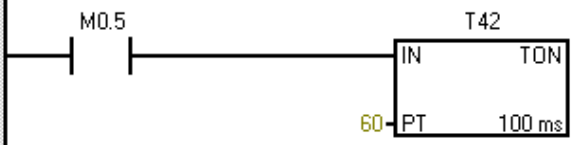
Symbol	Address	Comment
Semafor_1_zelená	Q0.0	Zelená na semafore číslo 1 (pravý semafor)

Network 19

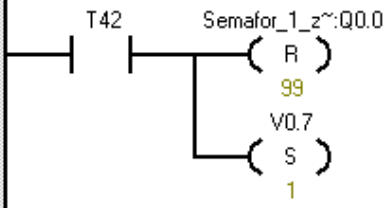


Symbol	Address	Comment
Prechod_červená	Q2.5	Červená na semafore pre chodcov
Semafor_1_červená	Q0.2	Červená na semafore číslo 1 (pravý semafor)
Semafor_2_zelená	Q2.0	Zelená na semafore číslo 2 (ľavý semafor)
Semafor_3_červená	Q2.1	Červená na semafore číslo 3 (semafor na kolmej ceste)
Vyprazdňovacia_šípka	Q0.3	Zelená šípka v rohu kryžovatky

Network 20

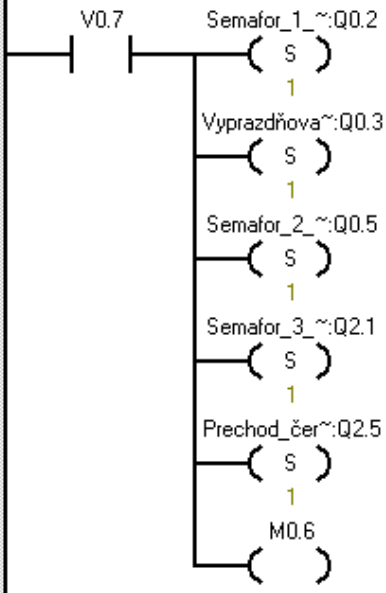


Network 21



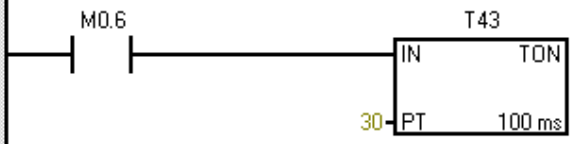
Symbol	Address	Comment
Semafor_1_zelená	Q0.0	Zelená na semafore číslo 1 (pravý semafor)

Network 22

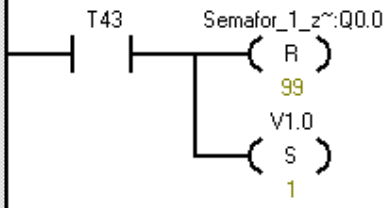


Symbol	Address	Comment
Prechod_červená	Q2.5	Červená na semafore pre chodcov
Semafor_1_červená	Q0.2	Červená na semafore číslo 1 (pravý semafor)
Semafor_2_oranžová	Q0.5	Oranžová na semafore číslo 2 (ľavý semafor)
Semafor_3_červená	Q2.1	Červená na semafore číslo 3 (semafor na kolmej ceste)
Vyprazdňovacia_šípka	Q0.3	Zelená šípka v rohu kryžovatky

Network 23

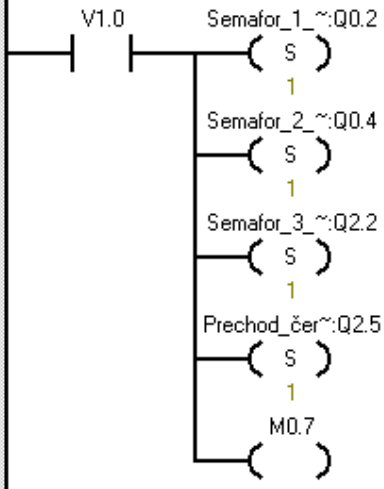


Network 24



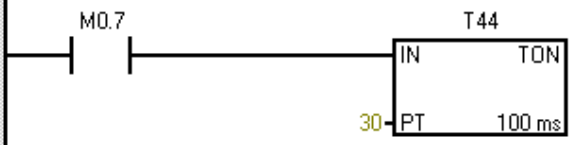
Symbol	Address	Comment
Semafor_1_zelená	Q0.0	Zelená na semafore číslo 1 (pravý semafor)

Network 25

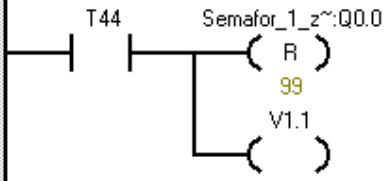


Symbol	Address	Comment
Prechod_červená	Q2.5	Červená na semafore pre chodcov
Semafor_1_červená	Q0.2	Červená na semafore číslo 1 (pravý semafor)
Semafor_2_červená	Q0.4	Červená na semafore číslo 2 (ľavý semafor)
Semafor_3_oranžová	Q2.2	Oranžová na semafore číslo 3 (semafor na kolmej ceste)

Network 26

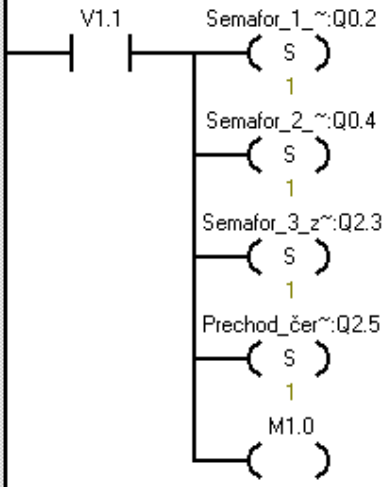


Network 27



Symbol	Address	Comment
Semafor_1_zelená	Q0.0	Zelená na semafore číslo 1 (pravý semafor)

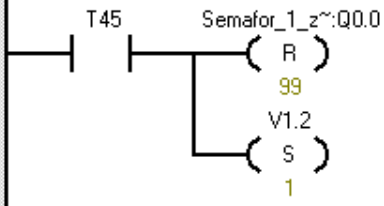
Network 28



Symbol	Address	Comment
Prechod_červená	Q2.5	Červená na semafore pre chodcov
Semafor_1_červená	Q0.2	Červená na semafore číslo 1 (pravý semafor)
Semafor_2_červená	Q0.4	Červená na semafore číslo 2 (ľavý semafor)
Semafor_3_zelená	Q2.3	Zelená na semafore číslo 3 (semafor na kolmej ceste)

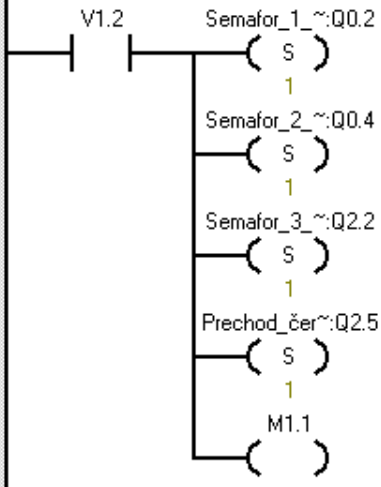
Network 29

Network 30



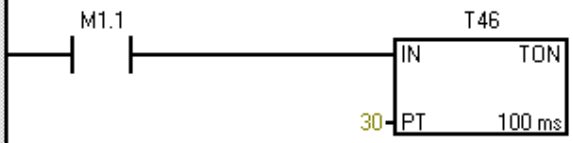
Symbol	Address	Comment
Semafor_1_zelená	Q0.0	Zelená na semafore číslo 1 (pravý semafor)

Network 31



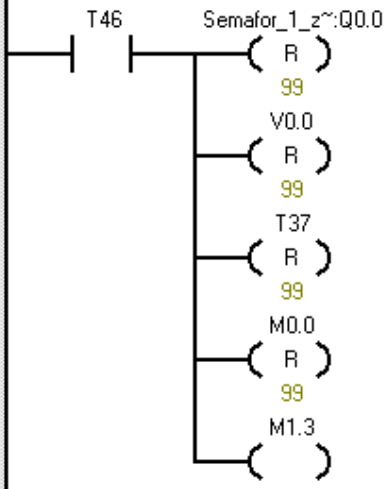
Symbol	Address	Comment
Prechod_červená	Q2.5	Červená na semafore pre chodcov
Semafor_1_červená	Q0.2	Červená na semafore číslo 1 (pravý semafor)
Semafor_2_červená	Q0.4	Červená na semafore číslo 2 (ľavý semafor)
Semafor_3_oranžová	Q2.2	Oranžová na semafore číslo 3 (semafor na kolmej ceste)

Network 32



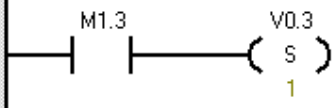
Network 33

Po uplinutí časovača T46 sa vyresetujú všetky výstupy, pracovné aj pamäťové bunky, ako aj časovače (aby bolo možné vykonávať ďalšie kroky).



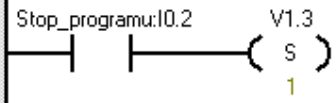
Symbol	Address	Comment
Semafor_1_zelená	Q0.0	Zelená na semafore číslo 1 (pravý semafor)

Network 34



Network 35

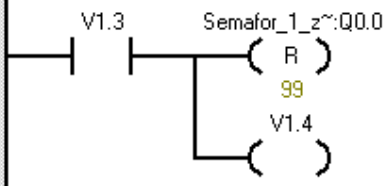
!!!!!!!!!!!!!!!! STOP !!!!!!!!!!!!!!!!!!
Po stlačení tlačidla stop na nasetuje bunka V1.3.



Symbol	Address	Comment
Stop_programu	I0.2	Tlačidlom vypneme program na riadenie kryžovatky.

Network 36

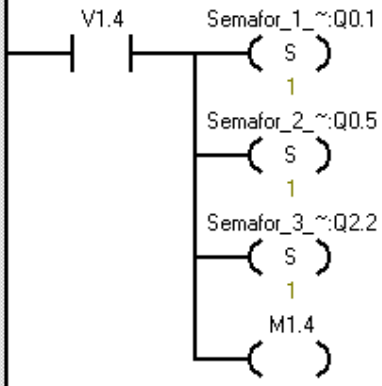
Bunka V1.3 vykoná reset všetkých výstupov a nasetuje bunku V1.4.



Symbol	Address	Comment
Semafor_1_zelená	Q0.0	Zelená na semafore číslo 1 (pravý semafor)

Network 37

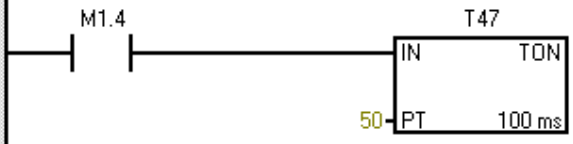
Bunka v1.4 nasetuje konkrétne výstupy (v tomto prípade oranžové LED), nasetuje bunku M1.4.



Symbol	Address	Comment
Semafor_1_oranžová	Q0.1	Oranžová na semafore číslo 1 (pravý semafor)
Semafor_2_oranžová	Q0.5	Oranžová na semafore číslo 2 (ľavý semafor)
Semafor_3_oranžová	Q2.2	Oranžová na semafore číslo 3 (semafor na kolmej ceste)

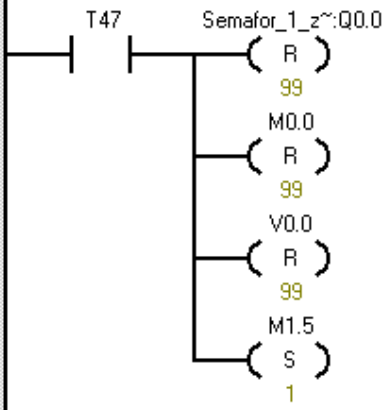
Network 38

Bunka M1.4 spustí časovač T47, ktorý začne počítať 5 sekúnd.



Network 39

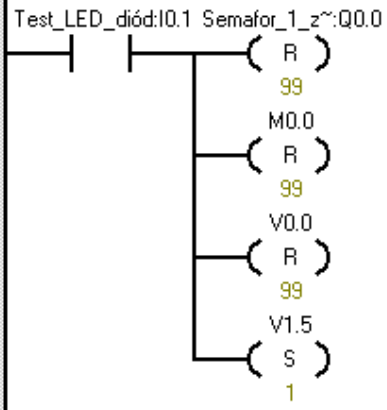
Po uplinutí časovača T47 sa vyresetujú všetky výstupy, pamäťové bunky.



Symbol	Address	Comment
Semafor_1_zelená	Q0.0	Zelená na semafore číslo 1 (pravý semafor)

Network 40

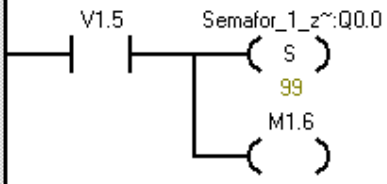
!!!!!!!!!!!!!!!!! TEST !!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
Po stlačení tlačidla test sa vyresetujú všetky výstupy, bunky. Zároveň sa nasetuje bunka V1.5.



Symbol	Address	Comment
Semafor_1_zelená	Q0.0	Zelená na semafore číslo 1 (pravý semafor)
Test_LED_diód	I0.1	Tlačidlom zapneme test LED diód na overenie ich funkčnosti(svietia 5 sekú...

Network 41

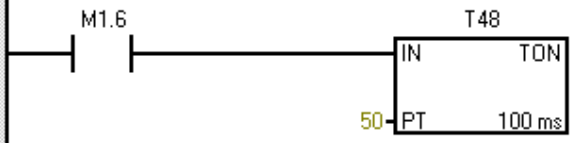
Bunka v1.5 vykoná nasetovanie všetkých buniek, čo znamená, že všetky LED sa rozsvietia. Taktiež nasetujeme bunku M1.6.



Symbol	Address	Comment
Semafor_1_zelená	Q0.0	Zelená na semafore číslo 1 (pravý semafor)

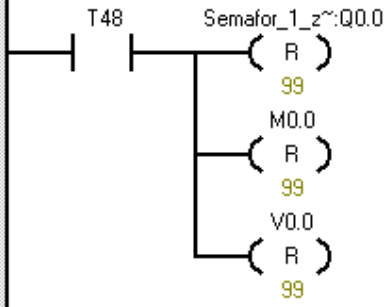
Network 42

Bunka M1.6 spustí časovač T48, ktorý počíta 5 sekúnd.



Network 43

Po uplinutí doby nadefinovanej v časovači T48 sa vyresetujú všetky bunky, čo znamená že všetky LED zhasnú. Vyresetujú sa aj všetky pamäťové a pracovné bunky.



Symbol	Address	Comment
Semafor_1_zelená	Q0.0	Zelená na semafore číslo 1 (pravý semafor)

			Symbol	Address	Comment
1			Štart_programu	I0.0	Tlačidlom zapneme program na riadenie kryžovatky.
2			Test_LED_diód	I0.1	Tlačidlom zapneme test LED diód na overenie ich funkčnosti(svietia 5 sekúnd)
3			Stop_programu	I0.2	Tlačidlom vypneme program na riadenie kryžovatky.
4			Semafor_1_zelená	Q0.0	Zelená na semafore číslo 1 (pravý semafor)
5			Semafor_1_oranžová	Q0.1	Oranžová na semafore číslo 1 (pravý semafor)
6			Semafor_1_červená	Q0.2	Červená na semafore číslo 1 (pravý semafor)
7			Vyprazdňovacia_šípka	Q0.3	Zelená šípka v rohu kryžovatky
8			Semafor_2_červená	Q0.4	Červená na semafore číslo 2 (ľavý semafor)
9			Semafor_2_oranžová	Q0.5	Oranžová na semafore číslo 2 (ľavý semafor)
10			Semafor_2_zelená	Q2.0	Zelená na semafore číslo 2 (ľavý semafor)
11			Semafor_3_červená	Q2.1	Červená na semafore číslo 3 (semafor na kolmej ceste)
12			Semafor_3_oranžová	Q2.2	Oranžová na semafore číslo 3 (semafor na kolmej ceste)
13			Semafor_3_zelená	Q2.3	Zelená na semafore číslo 3 (semafor na kolmej ceste)
14			Prechod_zelená	Q2.4	Zelená na semafore pre chodcov
15			Prechod_červená	Q2.5	Červená na semafore pre chodcov
16					

2. Fotografická dokumentácia konštrukcie

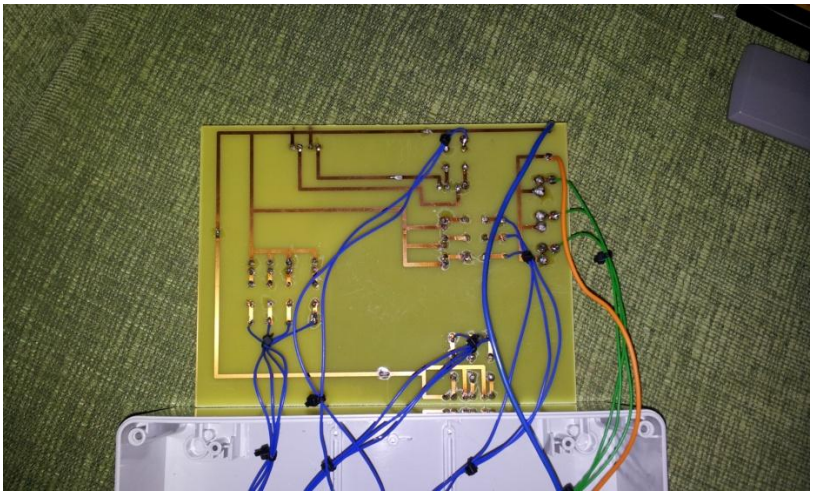
Obr. 1. Vrch boxu s navŕtanými otvormi

Obr. 2. Box s navŕtanými otvormi

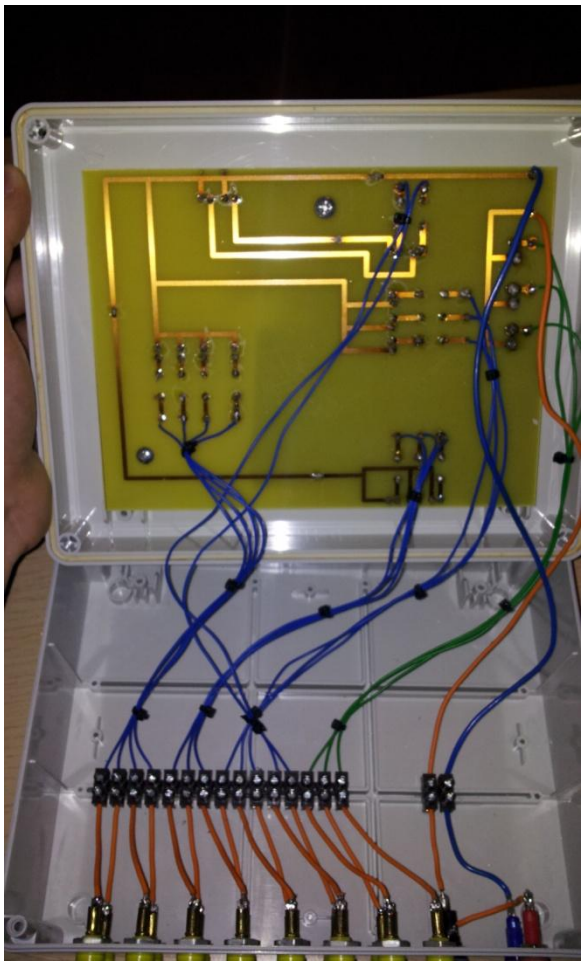
Obr. 3. Box s osadenými zdierkami

Obr. 4. Osadenie svorkovnicovej spojky a prepojenie so zdierkami

Obr. 5. Doska plošných spojov s osadenými súčiastkami



Obr. 6. Spodná strana dosky plošných spojov



Obr. 7. Prepojenie DPS so zdierkami prostredníctvom svorkovnicovej spojky

Obr. 7. Hotový model križovatky

3. CD príloha

Priložené CD obsahuje:

- Program riadenia križovatky
- Dokumentácia práce v elektronickej podobe
- Výkresy plastového boxu SCAME