



**Středoškolská technika 2010**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

**ŘÍZENÍ MODELU SVĚTELNÉ KŘIZOVATKY POMOCÍ PLC  
AUTOMATU**

**Filip Timulák**

Vyšší odborná a střední průmyslová škola Varnsdorf

Mariánská 1100, Varnsdorf



## Anotace

Cílem této práce je návrh reálného modelu dopravní křižovatky, který je řízen pomocí programovatelného logického automatu (PLC). Reálný model křižovatky by měl sloužit jako pomůcka při programování PLC automatů a ukázka základního principu chodu semaforů v předmětu mikroprocesorová technika.

## Annotation

The goal of this work is proposal and realisation model of traffic lights crossroad which is controlled by programmable logic controller (PLC). Realistic model of the junction should serve as an aid in programming PLC and display the basic principle of traffic lights crossroad in the subject microprocessor technology.

## Klíčová slova

Světelná křižovatka, model křižovatky, řízení semaforů, programovatelný automat.

## Keywords

Traffic lights crossroad, model of traffic crossroads, control traffic light, programmable logic controller.

## Obsah

1	Úvod.....	1
2	Světelná křižovatka.....	2
2.1	Semaforey a jejich funkce .....	2
2.2	Přechody pro chodce .....	4
2.3	Opouštění křižovatky vlevo.....	4
3	Reálný model křižovatky .....	5
3.1	Základní vrchní deska modelu.....	6
3.2	Bočnice modelu křižovatky .....	7
3.3	Světelná signalizace křižovatky.....	9
3.4	Zvuková signalizace křižovatky .....	11
4	Propojovací elektronika .....	11
4.1	Propojení modelu s PLC.....	11
4.2	Plošný spoj.....	12
4.2.1	Vlastní výroba plošného spoje .....	13
4.3	Kompletní dokončení a sestavení modelu .....	16
5	Řízení pomocí PLC.....	18
5.1	PLC.....	18
5.1.1	Komunikace s PLC Tecomat .....	20
5.1.2	Programování PLC Tecomat.....	20
5.1.3	Mosaic .....	21
5.1.4	Instrukční soubor PLC Tecomat .....	22
5.1.5	Časovač TON.....	23
5.1.6	Časovač TOF .....	24
6	Programování modelu křižovatky.....	24
6.1	Řízení časovačem TON .....	25
6.2.1	Postup.....	25

6.2.2	Program.....	26
6.2	Řízení pomocí časové základny a tabulky.....	30
6.2.1	Postup.....	30
6.2.2	Program.....	31
6.3	Připojení k PLC automatu .....	32
7	Závěr .....	33
	Literatura .....	34
	Seznam příloh.....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>

## 1 Úvod

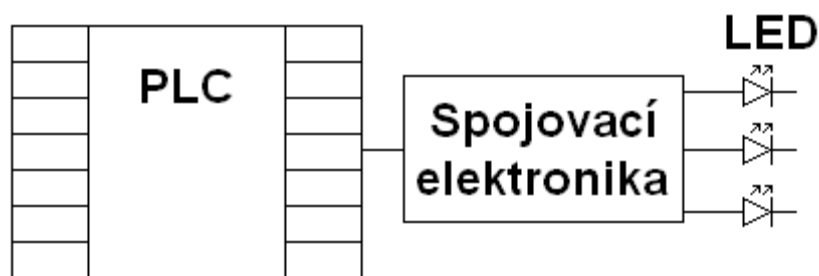
Provoz na pozemních komunikacích je v dnešní době velmi frekventovaný, proto je nutností řídit jeho plynulost a bezpečnost. Světelná dopravní signalizace je osvědčený způsob řízení dopravy a také ji můžeme vidět každý den na místech, kde je zvýšený pohyb vozidel. Využívá se také na železničních, tramvajových aj. tratích. Tento způsob je nadřazen všem dopravním značkám (svislé, vodorovné, aj. dopravní značení).

V ČR se moderní SSZ (světelná signalizační zařízení) začala používat kolem roku 1967 v rámci dodávky moderních SSZ pro Prahu od firmy Signal Huber z Mnichova. V té době byly, nejprve v Praze, postupně zaváděny speciální světelné signály pro každé rameno křižovatky, pro chodce i pro tramvaje a signály se směrovými šipkami. (1)

Semaforey na křižovatkách jsou synchronizovány a řízeny centrálně pomocí programovatelných logických automatů (PLC).

PLC (*Programmable Logic Controller*), někdy nahrazováno výstižnějším pojmenováním PAC (*Programmable Automation Controller*) je relativně malý průmyslový počítač používaný pro automatizaci procesů v reálném čase. Pro PLC je charakteristické, že se program vykonává v tzv. cyklech. PLC automaty se liší od běžných počítačů nejen tím, že zpracovávají program cyklicky, ale i tím, že jejich periferie jsou přímo uzpůsobeny pro napojení na technologické procesy. Převážnou část periferií v tomto případě tvoří digitální vstupy (DI) a digitální výstupy (DO). Pro další zpracování signálů a napojení na technologii jsou určeny analogové vstupy (AI) a analogové výstupy (AO) pro zpracování spojitého signálu. Tyto automaty dělíme konstrukčně na kompaktní systém (omezená rozšiřitelnost) a systém modulární (systém složený z modulů, lze dále rozšiřovat). (2)

Při řízení světelné křižovatky se musí programátor seznámit s pravidly, signály a časovými hodnotami pro přepínání světla na semaforech. Tyto informace pak musí umět převést do zdrojového programu pro PLC. Tento výrobek modelu by měl sloužit jako pomůcka na ukázkou řízení světelných křižovatek PLC automatem, nebo ho lze také využít pro výuku v autoškole. Světelné semaforey budou zastupovat červené, žluté a zelené LED diody, které budou připojeny přes spojovací elektroniku na výstupy PLC. (*Obr. 1*)



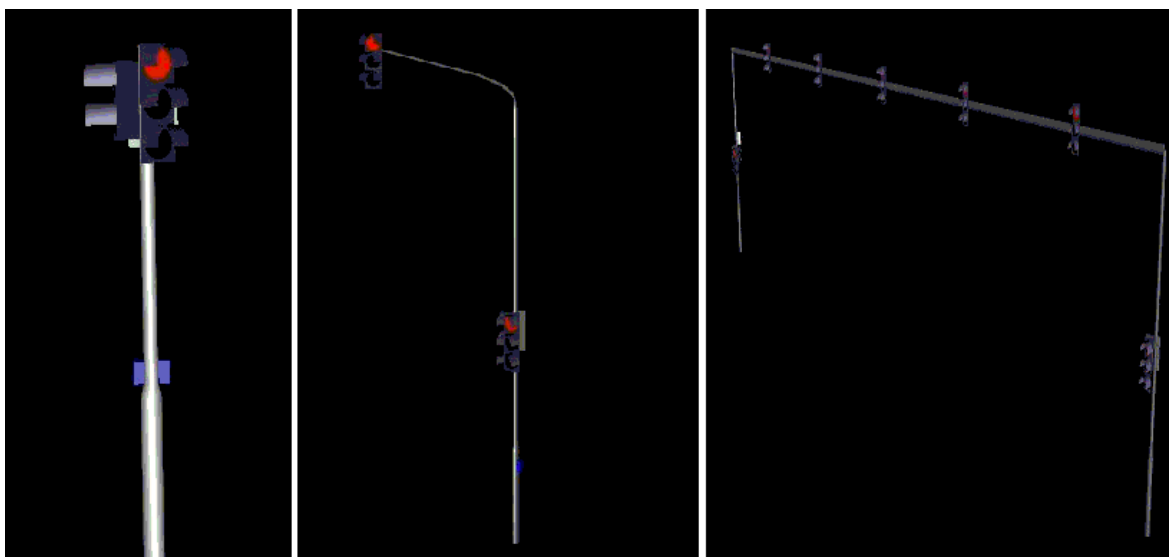
*Obr. 1 Návrh připojení*

## 2 Světelná křižovatka

Křižovatky jsou v dnešní době pro plynulý provoz často řízeny světelnou signalizací. Jelikož je tento způsob řízení dopravy jeden z nejosvědčenějších, využívá se po celém světě na různých místech, kde je zapotřebí. Většinou jsou užívány ve městech kvůli hustému provozu na dopravních komunikacích. Světelnou dopravní křižovatku tvoří semaforey s červenými, žlutými a zelenými světly, které udávají řidičům (popř. chodcům), jestli mohou pokračovat v pohybu, nebo musí zastavit.

### 2.1 Semaforey a jejich funkce

Většina semaforů se určuje podle typu silnice na dané křižovatce. U malých silnic (1-2 jízdní pruhy) je někdy využit nízký semafor. Častěji využívaným typem je vysoký semafor, který nízký zcela nahradí. Využívá se u větších silnic (1-4 jízdní pruhy). Pro větší přehlednost se na horní rameno umísťují druhá světla. Pro velké silnice (4 a více jízdních pruhů) se používá semafor typu Brána, který má světla umístěna na horní tyči pro každý jízdní pruh. (3)

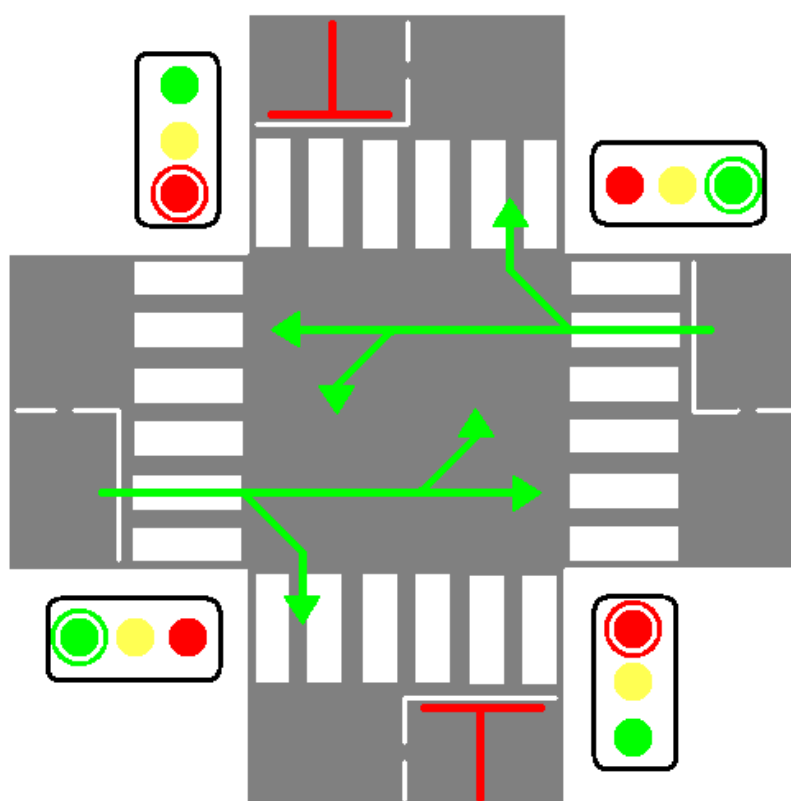


*Obr. 2 Nízký, vysoký semafor a brána (3)*

Semafor obsahuje 3 barevná světla. Světla od vrchu jsou řazena: červené světlo (stůj), žluté světlo (pozor) a zelené světlo (jed'). Přechny pro chodce mají pouze červené a zelené světlo s obrysem chodce. Na semaforech se mohou také nacházet doplňková a směrová světla, která nám udávají přednost ve směru, kam je uvedena šipka. Semafony mají základní pravidlo takové, že když přechází ze zeleného světla na červené, rozsvěcují se postupně všechny barvy. Při opačném přechodu jsou červené a žluté světlo zároveň zapnuté, kvůli jednoznačnosti barvy, která se po žluté rozsvítí.

Typy řízení křižovatky jsou různé. Záleží na hustotě dopravy a typu křižovatky. Světelné křižovatky jsou ale běžně řízeny tak, že při rozsvícení zeleného světla (jed') je pohyb povolen rovně, vpravo a podle situace také vlevo. (Obr. 3) Pro opuštění vlevo se na větších silnicích používají semafony, které udávají přednost při odbočení vlevo.

V noci nebo při poruše se semafony přepnou do stavu blikajících žlutých světel. Tento stav pak předává řízení dopravy svislým a vodorovným dopravním značkám, která jsou podřazena světelnému signalizačnímu systému. Režim blikajících žlutých světel se také používá pro úsporu elektrické energie, kdy mají semafony menší spotřebu. Dnes využívané žárovky v semaforech jsou nahrazovány LED diodovými světly pro nižší spotřebu a menší poruchovost.



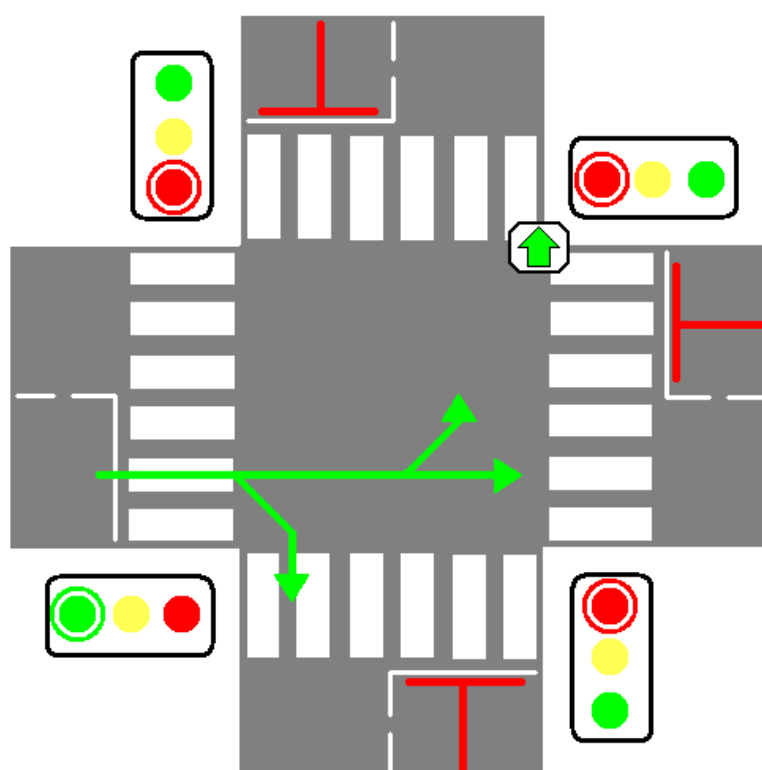
Obr. 3 Základní princip řízení

## 2.2 Přejíždění pro chodce

Přejíždění pro chodce jsou signalizovány zeleným (přejíždění) a červeným (stůj) světlem. Signál (přejíždění) se rozsvítí, když na vozovce, po které přechod vede, svítí červené světlo (stůj) pro vozidla. Po povolení pohybu vozidel na této komunikaci se rozsvítí červené světlo chodce a pohyb chodců je zase umožněn po zastavené silnici. Řidiči, kteří odbočují, musí zvýšit opatrnost a dát přednost osobám pohybujícím se po přechodu pro chodce s povoleným pohybem. Můžeme se také setkat s tím, že před přechodem pro chodce je umístěn speciální žlutý semafor, který upozorňuje na povolení chodců přejít. Na některých přechodech jsou umístěna tlačítka, kterými chodec upozorňuje na svou přítomnost. Tím s časovou prodlevou zastaví provoz a umožní se mu přejít přes silnici.

## 2.3 Opouštění křižovatky vlevo

Při odbočování vlevo se používá semafor, který je na protějším levém rohu křižovatky nebo je umístěn u hlavního semaforu a po rozsvícení zelené šipky ukazuje přednost projetí tímto směrem před protijedoucími auty. Slouží k opouštění křižovatky vlevo při hustém provozu na komunikaci. (4)



*Obr. 4 Opouštění křižovatky vlevo*



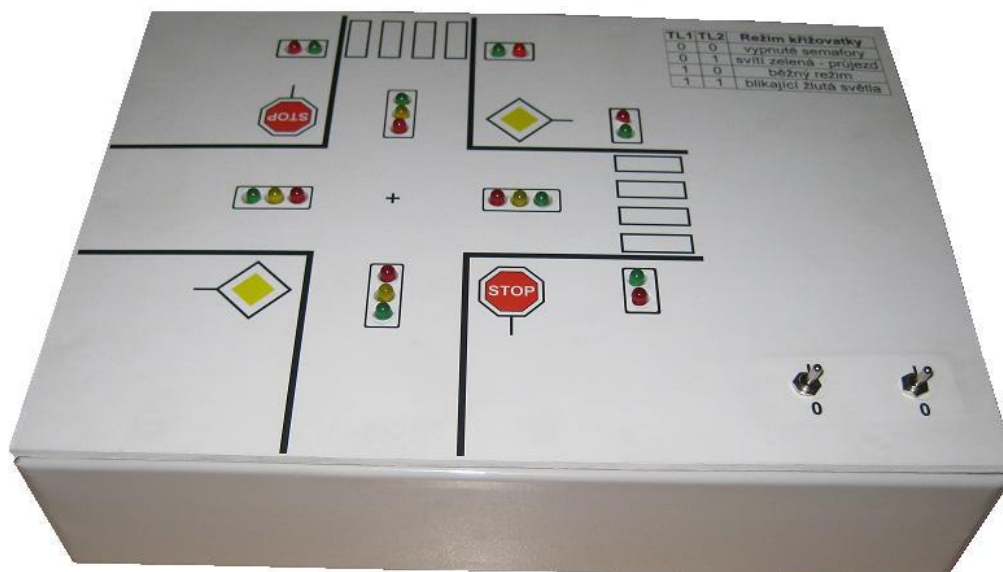
### 3 Reálný model křižovatky

Cílem této práce bylo navrhnout reálný model křižovatky řízený PLC automatem. Tento model by měl být využit jako ukázka vzorové úlohy řízení křižovatky pro PLC automaty. Využití by měl ve výuce mikroprocesorové techniky, která se touto problematikou zabývá. Proto bylo nutné volit materiály, které budou odolné při práci s modelem.

Před tvorbou modelu bylo nutné zvolit typ křižovatky a další náležitosti, které by měla reálná křižovatka mít. Typ křižovatky byl zvolen ve tvaru X (tzn. 2 překřížené silnice, ty mezi sebou svírají pravý úhel 90°). Silnice budou řízeny klasickými nízkými semaforů bez přidání odbočovací semaforů a platí na nich základní princip řízení. (Obr. 3) Na křižovatce budou dva přechody pro chodce (jeden na hlavní a jeden na vedlejší silnici).

Model bude obsahovat dva přepínače, kterými se budou simulovat různé režimy křižovatky, čtyři spárované semaforů pro řízení dopravy na hlavní a vedlejší komunikaci, čtyři spárované semaforů pro řízení přechodů pro chodce a dva bzučáky signalizující stav semaforu na přechodu.

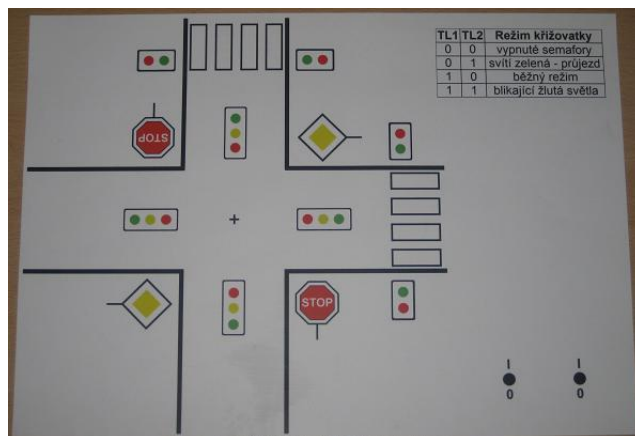
Rozměry modelu jsme stanovili podle klasického formátu A4 (tj. 210x297 mm), pro dobrou manipulaci a uskladnění. Hloubka modelu byla dohodnuta přibližně 6 cm, kvůli bezpečnosti vnitřní propojovací elektroniky.



**Obr. 5 Reálný model křižovatky**

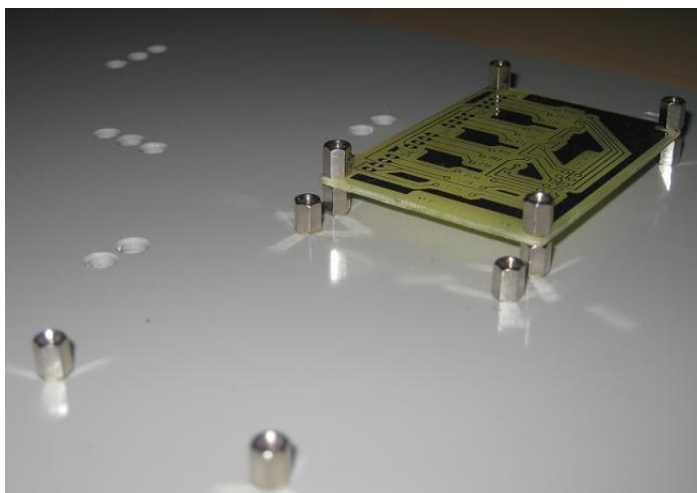
### 3.1 Základní vrchní deska modelu

Základem celého modelu je vrchní deska o rozměrech 210x297x4 mm s polepem, na kterém je natištěna křižovátka se semafovy a vysvětlivkami režimů chodů křižovátky. (Obr. 6) Tuto plastovou desku jsme sehnali ve školní dílně VOŠ a SPŠ Varnsdorf a poté jsem ji zpracoval v domácí dílně.



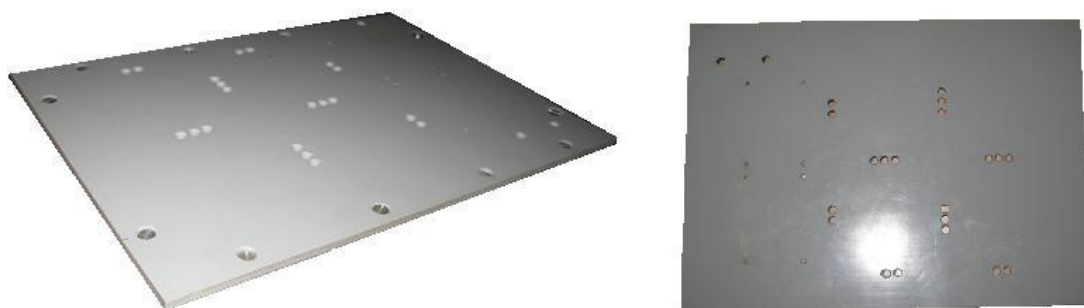
**Obr. 6 Nálepka s předtištěnou křižovátkou**

K desce jsou šrouby (o průměru závitu 4 a 5 mm) spojeny bočnice z pozinkovaného plechu. Ze spodní strany desky jsou vymežovací šrouby pro ukotvení plošných spojů (DPS). (Obr. 7)



**Obr. 7 Vymežovací šrouby pro DPS**

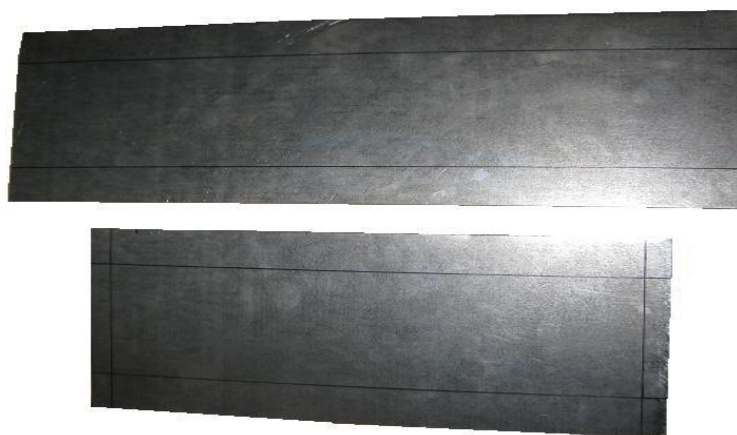
Semaforey nahrazeny LED diodami řídicí dopravu jsou umístěny na střed každé připojující se silnice, světelná signalizace chodců je umístěna 5 mm od začátku a konce přechodu. Do základní desky byly vyvrtány 3 díry o průměru 4 mm pro semaforey řídicí dopravu a 2 díry o též průměru pro semaforey na přechodech pro chodce, do kterých byly vsunuty LED diody červené, žluté a zelené barvy až po jejich doraz. Přilepením tavnou pistolí se zakotvily do vrchní desky. Dále byly potřeba 2 díry pro osazení přepínačů. Vrtáno bylo vrtákem o průměru 6 mm, jako je závit pro utažení přepínače maticí. Pro spojení bočnic se vrtalo 11 děr o průměru 4 mm a 2 díry s vnitřním průměrem 5 mm. Na osazovací šrouby DPS se vrtaly díry s průměrem 3 mm, do kterých se vymešovací šroub zašrouboval. (Obr. 8)



*Obr. 8 Vrchní deska s vyvrtanými dírami*

### 3.2 Bočnice modelu křižovatky

Bočnice modelu byly zpracovány z pozinkovaného plechu, který byl rozstříhán nůžkami na plech na 2 obdélníkové pláty o rozměrech 297x100 mm a 2 s rozměry 212x100 mm. Na tyto nastříhané plechy byla narýsována předloha, pro jejich ohnutí. (Obr. 9)



*Obr. 9 Plechy s orýsováním ohybů*

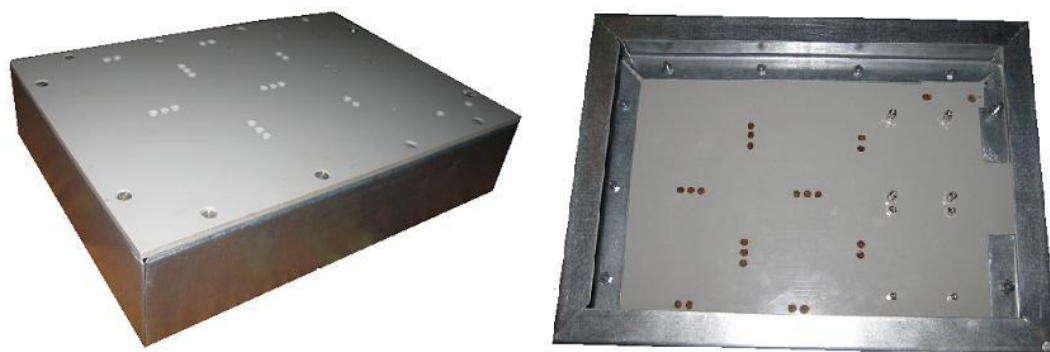
Kratší plechy se použily na kratší hranu desky a delší jako bočnice dlouhé hrany základní desky.

Plechové pláty se ohýbaly pomocí svěráku a želez ve tvaru písmena L o úhlu 90°. Byly upevněny do svěrákových čelistí spolu s plechem, který se pomocí gumové paličky ohnul dle výše zmiňovaných želez do pravého úhlu. Ohnuté plochy jsou 20 mm široké, kvůli dírákům a stabilitě modelu. Kratší bočnice mají ještě z každé strany 10 mm ohyb, přes který se spojí bočnice k sobě. Rohy plátů se dále sestříhly do úhlu 45°, ty pak na sebe při konstrukci dolehly. (*Obr. 10*)



***Obr. 10 Plechy s ohyby***

Do vrchního ohybu plechů se dále vrtaly díry o průměru 4 a 5 mm. Na delších bočnicích 4 díry, na jedné kratší 3 díry a druhé 2 díry. Díry u jednoho kratšího plechu byly zvoleny dvě kvůli výřezu (15x50 mm) na protažení kabeláže z modelu. Těmito dírami byly bočnice spojeny k vrchní základové desce šrouby a maticí o stejném průměru závitu. Poté se plechy mezi sebou spojily, přes 10 mm ohyb na kratším plechu a boční okraj delšího plechu, šroubem a maticí o průměru závitu 3 mm. Vyvrtané díry se dále vrtaly větším vrtákem o průměru 5mm, ale pouze do kuželovitého tvaru. Toto vrtání bylo zapotřebí kvůli zapuštění vsunutého šroubu, aby z bočnice modelu nevyčnival. (*Obr. 11*)



*Obr. 11 Šroubově spojeny bočnice*

Bočnice se po uchycení k vrchní základové desce a celkovém zkonstruování odmastily. Po odmaštění byly plechy přelepeny šedou tapetovací fólií pro lepší vzhled modelu. (*Obr. 12*)



*Obr. 12 Bočnice s šedou tapetovací fólií*

### 3.3 Světelná signalizace křižovatky

Semaforů jsou umístěny přímo ve vrchní základové desce modelu. Byla možnost udělat také sloupkové semaforů, které by vypadaly jako reálné. Tuto možnost jsme vyloučily a to kvůli deformaci semaforů při práci a přehlednosti řízení křižovatky. Nebylo by možné v jednom časovém úseku sledovat všechny semaforů. Proto byla zvolená vodorovná metoda osazení semaforů.

Na modelu křižovatky se nachází 8 semaforů, které řídí dopravu. Čtyři pro řízení chodu hlavní a vedlejší pozemní komunikace o třech barevných světlech (červená, žlutá, zelená). Čtyři semaforů o dvou barevných světlech (červená a zelená) dále řídí přechody pro chodce. Světelné semaforů plně nahrazují barevné LED diody o průměru 5 mm, které

jsou vsunuty do předvrtaných děr vrchní desky. Ty jsou dále upevněny pomocí tavné pistole, aby nedošlo k jejich pohybu či vypadnutí.

Plusové vývody (delší nožička) LED diod jsou napájeny každý svým vlastním vodičem na nožičky LED. Minusové konektory diod mají společné uzemnění, které je přivedeno také kabelem, který je také napájen. Pro přívodní napájení LED diod byl použit plochý vícežilový kabel AWG28. Tento kabel je známý u připojení ATA Hard Disků k základní desce v počítači. Kabel AWG28 byl rozdělen do čtveřic vodičů (GND, červená +, žlutá +, zelená +), u dvou přechodů pro chodce byly využity pouze tři vodiče (GND, červená +, zelená +) a u zbylých dvou přechodů se čtvrtý vodič použil pro signál bzučáku. (*Obr. 13*)



***Obr. 13 Přívodní kabely pro LED diody***

Na konci přívodních kabelů pro diody jsou vmontovány 4 - pinové konektory, které se připojí ke spojovací elektronice (plošný spoj). (*Obr. 14*) Kabely se svorkovaly do vnitřních kovových kontaktů a poté se kontakt vsunul do konektoru, pro který je připraven.

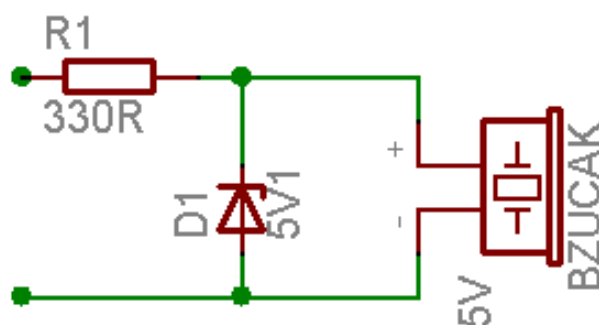


***Obr. 14 Konektory (4-pin)***

### 3.4 Zvuková signalizace křižovatky

Na modelu křižovatky mají být zvukově signalizovány přechody pro chodce. To se bude řídit dvěma signály. Při zákazu vstupu na vozovku (tzn. rozsvícené červené světlo) by mělo být slyšet pomalého cvakavého zvuku. Po povolení na vstup přechodu pro chodce (tzn. rozsvícení zeleného světla) má být slyšet rychlejší zvukové cvakání, jako je u reálného přechodu pro chodce.

Tyto dva odlišné zvuky bude vydávat bzučák KC-1206, který je napájen přes stabilizátor napětí z 24 V na 5 V a jeho max. povolený proud je 50 mA. (Obr. 15) Stabilizátor napětí je složen z předřadného rezistoru 330  $\Omega$  a mezi napájecí svorky bzučáku je připojena Zenerova dioda 5V1. V modelu budou obsaženy dva tyto bzučáky, pro každý přechod jeden.



Obr. 15 Zapojení bzučáku

## 4 Propojovací elektronika

Propojovací elektronika slouží k propojení výstupních portů PLC automatu a samotných LED diod semaforů. Tím se myslí součástky, které jsou nezbytně nutné mezi PLC a LED. Bez této elektroniky by byly LED diody spáleny kvůli velkému výstupnímu napětí programovatelného automatu.

### 4.1 Propojení modelu s PLC

V bočnici modelu je otvor, kterým procházejí propojovací kabely až k PLC automatu. Tyto kabely jsou připojeny na dva čtrnácti - pinové konektory. Ty jsou umístěny na plošném spoji spolu s úpravou snížení napětí pro napájení LED diod a bzučáků. Propojovacím otvorem vedou také kabely od řídicích přepínačů světelné křižovatky.

Jako propojovací kabely se dvěma plošnými spoji byl zvolen typ AWG28 jako u připojení k LED diodám.

Tyto dva ploché kabely jsou čtrnáctižilové zakončené čtrnácti - pinovým protikusem konektoru, který je na plošném spoji. (Obr. 16) Každá LED dioda má svou vlastní žílu. Při připojení k PLC automatu se mohou spojit žíly červeného, žlutého a zeleného světla hlavní silnice. Tímto způsobem je také možno spojit u vedlejší silnice a na přechodech pro chodce. Takto spojené kabely je možno využít pro zlehčení programování programovatelného automatu, jelikož tyto dvojice světel využívají stejné řídicí signály a jsou spínány současně.

Přepínače režimů světelné dopravní křižovatky jsou propojeny dvojlinkovým kabelem na vstupní svorky programovatelného automatu.



*Obr. 16 Kabel AWG28 s konektory*

## 4.2 Plošný spoj

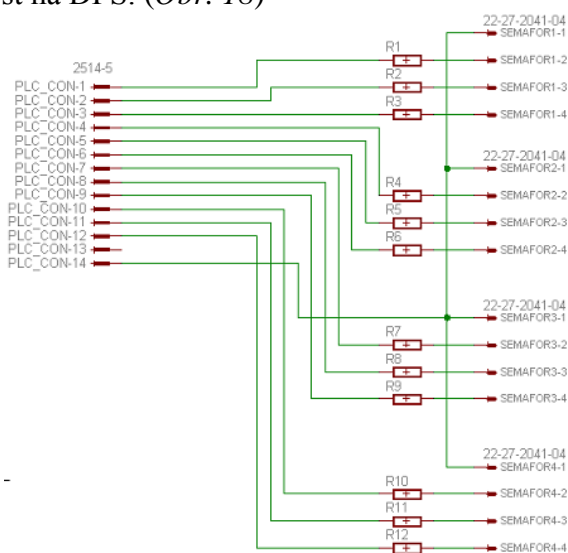
Plošný spoj (deska plošných spojů – DPS, v angličtině označováno PCB) se v elektronice používá pro mechanické připevnění a současně propojení elektronických součástek. Součástky jsou propojeny vodivými cestami, které jsou vytvořeny leptáním z měděných fólií nalepených na izolační laminátové vrstvě (nejčastěji skelný laminát plátovaný měděnou fólií). Samotné součástky jsou na DPS připájeny za své vývody cínovou pájkou. Klasické provedení součástek mají vývody ve formě drátů nebo kolíčků. Ty se obvykle prostrčí otvory v DPS a na opačné straně, než je součástka, připájí ke spojům vytvořených vrstvou mědi. Také se používají součástky pro povrchovou montáž označované SMD. Ty se pájí na stranu DPS, kde jsou vyleptány vodivé cestičky, tím se umožní oboustranné osazování plošných spojů součástkami. (5)



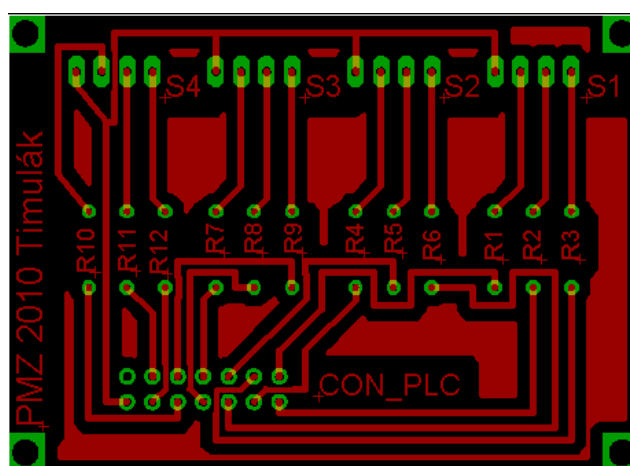
Deska plošných spojů šetří místo v zařízení a při menší složitosti cestiček, jsou přehledné.

#### 4.2.1 Vlastní výroba plošného spoje

Jako propojovací elektronika byla zvolena metoda s DPS. Tento typ propojení byl vybrán kvůli dobrému uspořádání součástek, zabírá malé místo v modelu křížovanky a také pro hezčí dojem, který plošný spoj dělá. Pro propojení se stanovily dvě DPS, jedna na semaforey hlavní a vedlejší silnice a druhá k připojení přechodů pro chodce se zvukovou signalizací (bzučákem). Obě PCB mají stejné rozměry a rozložení vodivých cestiček. To pro využití stejného zapojení u obou druhů řídicích semaforů. Návrh desky plošných spojů byl vytvořen v programu Eagle, kde bylo navrženo schéma zapojení (Obr. 17) a vytvarování vodivých cest na DPS. (Obr. 18)



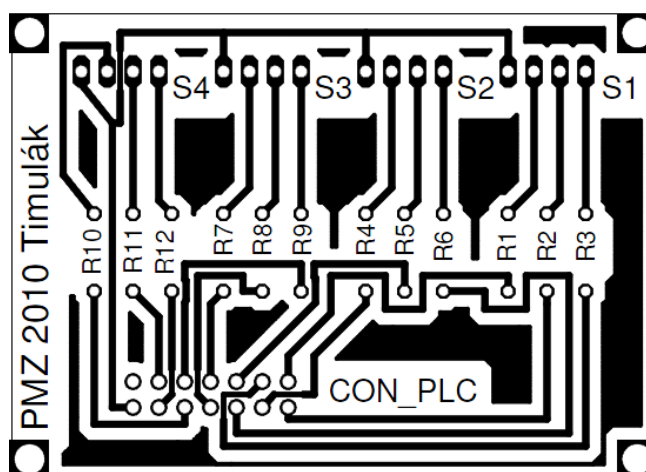
Obr. 17 Schéma zapojení DPS



Obr. 18 Návrh DPS v Eagle

Při návrhu byly zvoleny součástky dle EURO norem a podle označení konektorů, které byly zakoupeny ve specializované prodejně, aby navrhnuté kontakty pro součástky a konektory seděly při osazování DPS. Na navrhnutém obrázku jsou viditelné velké černé plošky. Ty jsou z důvodu šetření leptací kyseliny, která z destičky odleptává měď. Pod tyto plošky se nedostane a tak je ušetřena.

Návrh vytvořený v Eaglu se pomocí virtuální tiskárny převedl do formátu pdf. (Obr. 19) Toto převedení udělalo pouze černobílý obrázek návrhu, který byl za potřeby při tvorbě PCB. Dále se soubor pdf vytiskl inkoustovou tiskárnou s nejlepším rozlišením kvůli ostrosti tisku na průhlednou fólii, která tento tisk umožňuje. Vytisknutí návrhu se muselo ještě jednou opakovat, aby sytost černé byla maximální a průhlednost natisknutých cestiček na fólii minimální. Natisknutý návrh se ostříhнул podle koncových čar DPS a nechal pořádně vyschnout inkoustový potisk.



*Obr. 19 Export do PDF*

Laminátová destička (nazývána také jako kuprexit) s fotocitlivou vrstvou se připravila dle rozměrů předtištěného plošného spoje (65x50 mm). Počítalo se s rezervou pro zapilování hran do roviny. Na pevný podklad se položila přepravená laminátová destička, na kterou se přiložila průhledná fólie s natisknutými cestičkami a zatížily se čirým a čistým průhledným sklem. Poté byla osvětlována po dobu 5 minut v tmavém prostředí ze vzdálenosti 150 mm. Časová hodnota byla vyzkoušena na odřezkách destiček, osvětlovaly se po dobu 4 minut, 5 minut a 6 minut. Hodnota 4 minuty byla nízká kvůli malé zřetelnosti cestiček a 6 minut byla hodnota vysoko, jelikož byly osvětlené cesty rozpité. Proto časová hodnota byla stanovena na 5 minut osvětlování.

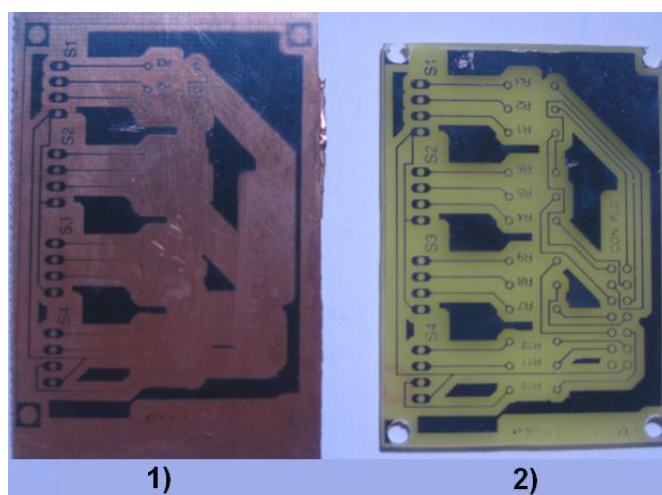
V době osvětlování byly připraveny 3 plastové kelímky, do kterých přišla nalít zředěná vývojka pro pozitivní fotoemulzi (1:3 – voda:vývojka), leptací roztok na bázi chloridu železitého a třetí prázdný pro nalití vroucí vody. (Obr. 20)



Obr. 20 Vývojka a leptací roztok (6)

Po osvětlení destičky se vložila do kelímku s vývojkou. Vykreslily se vyvinuté vodivé cestičky. Potom se destička dala do prázdného kelímku, tam se zalila vroucí vodou pro aktivování mědi a zase do vývojky kvůli ostrému vykreslení vodivých cestiček a popisků na DPS. Následovalo vložení do leptacího roztoku, který odleptával měď z osvětleného plošného spoje. Tento krok trval asi 10 minut až do čistého odleptání.

Po úplném odleptání DPS se deska umyla v čisté vodě a očistila technickým lihem od případné mastnoty.

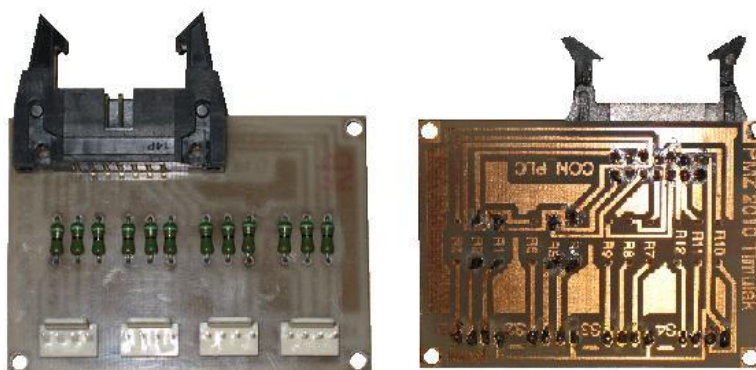


Obr. 21 1) špatně osvětlený PCB; 2) vyleptaný PCB

Vyleptané laminátové desky byly dále pilovány pilníkem do rovného a pravoúhlého tvaru na rozměr (64x46 mm). První broušení proběhlo hrubým pilníkem pro stržení větší plochy okraje, dorovnání jemným pilníkem a konečné vyhlazení smirkovým papírem.

Zapotřebí bylo vyvrtat do plošných spojů dírky pro osazení konektorů, součástek a upevňovacích šroubů. Čtyři díry na DPS, byly vrtány vrtákem o průměru 3 mm, kterými bude procházet upevňovací šroub se stejným průměrem závitu. Dalších 24 děr bylo vrtáno vrtákem o průměru 0,5 mm, které byly pro osazení rezistorů. Pro konektorové nožičky se vrtalo 14 děr o průměru 1 mm.

Další fáze spočívala v pájení rezistorů a konektorů do plošného spoje. Ty byly za použití mikropájedla, cínu a kalafuny osazeny do DPS. Strana, kde se pájelo, se koncově očistila technickým lihem od nečistot na plošném spoji. (Obr. 22) Jako finální vrstvu je možno nanést nevodivý izolační lak.



*Obr. 22 Osazená DPS*

### 4.3 Kompletní dokončení a sestavení modelu

Vyrobené a osazené desky plošných spojů se umístí na své vymeňovací šrouby ve spodní části modelu, kde jsou přišroubovány šrouby o průměru závitu 3 mm. Jsou posazeny tak, aby mohl být protažen spojovací kabel od DPS k PLC otvorem v bočnici a zapojeny konektory od jednotlivých semaforů. Delší strany desek jsou 45 mm od otvoru pro kabeláž. DPS jsou 5 mm vysoko nad hlavní deskou kvůli bezpečné vzdálenosti od pájené strany desky plošného spoje. (Obr. 23)

Deska plošného spoje obsahuje pro každou žílu plochého kabelu rezistor, který pro danou LED diodu snižuje napětí. Na každém ze dvou plochých kabelů je obsaženo uzemnění GND, které je dále rozvedeno pro každý konektor pomocí cestičky v DPS.

LED diody jsou u semaforů použity klasické s  $I_{max.} = 10 \text{ mA}$ . Proto bylo nutné použít do DPS předřadný rezistor pro tyto LED diody. Hodnota předřadného rezistoru byla vypočtena pomocí vzorce:

$$R_D = \frac{U_{PLC} - U_D}{I_D} \quad U_{PLC} - \text{výstupní napětí z PLC}$$

$$R_D = \frac{24V - 1,7V}{0,01A} \quad U_D - \text{napětí na LED diodě}$$

$$R_D = 2230 \Omega \quad I_D - \text{proud do LED diody}$$

$$R_D - \text{hodnota předřadného rezistoru}$$

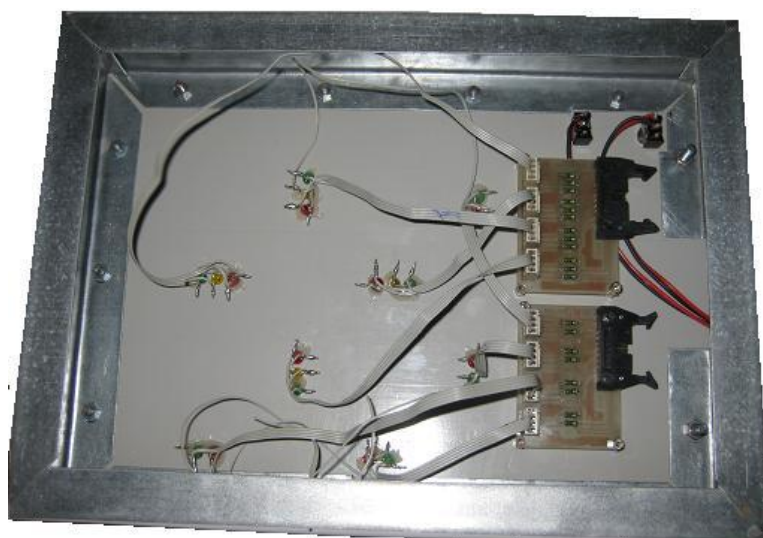
Po tomto výpočtu byl zvolen odporový rezistor 2K2. Dále bylo potřeba zjistit maximální příkon, který byl spočítán ze vztahu:

$$P = U_{PLC} \cdot I_D$$

$$P = 24V \cdot 0,01A$$

$$P = 0,24 \text{ W}$$

Dle tohoto výpočtu byly zvoleny rezistory s použitelným příkonem 0,6 W. Napájení těchto odporů na DPS je přivedeno čtrnáctižilovým plochým kabelem, který je pomocí konektoru připojen na desku plošného spoje. Konektory kabelů od semaforů jsou označeny barevně podle barvy příslušné LED diody.



**Obr. 23 Elektronika uvnitř modelu**

Na modelu jsou také konstruovány přepínače, které přepínají režimy světelné křižovatky. Jejich přívodní kabely jsou protaženy spolu s plochými řídicími kabely semaforů.

## 5 Řízení pomocí PLC

Jak bylo zmíněno v kapitole 3, bude model řízen pomocí programovatelného logického automatu (PLC), do kterého se nahraje vytvořený program pro toto řízení.

PLC bylo zvoleno od firmy Teco, a.s. Model je tvořen také pro různé jiné automaty, které mají na výstupních portech napětí 24V.

### 5.1 PLC

Programovatelný logický automat je digitální počítač, který se používá v automatizaci, pro řízení elektromechanických procesů. PLC automaty mají většinou stejné řídicí vlastnosti a to adresování výstupů. Automaty mají dva typy vstupů a výstupů, používají se digitální a analogové IN/OUT jednotky. Odlišné jsou většinou jejich počtem IN/OUT jednotek a typem systému.

Mezi známé výrobce programovatelných automatů patří firmy Siemens, Mitsubishi, Omron, aj. Český výrobce automatů je Teco, a.s., kterým bude reálný model světelné dopravní křižovatky řízen.

PLC Automaty se vyrábí ve dvou systémech a to systém kompaktní a modulární dle sestavení programovatelného automatu.

Kompaktní systém má celý automat integrovaný do jednoho modulu a nelze jej dále přestavovat, lze ho pouze v některém případě rozšířit omezeným počtem modulů. Jeho počet vstupů a výstupů je daný z výroby, velikost jeho paměti také. Tento systém se využívá pro jednoúčelové aplikace. (*Obr. 24*)

Modulární systém má své jednotlivé části rozděleny (procesor, komunikační rozhraní, vstupní a výstupní karty). Tento typ automatu lze libovolně rozšiřovat a přestavovat. Modulární systém se používá pro univerzální a složité aplikace, kde je za potřebí většího počtu IN/OUT jednotek. (*Obr. 24*)



Obr. 24 1) Modulární systém; 2) Kompaktní systém (7)

PLC může pracovat ve dvou pracovních cyklech RUN a HALT. V režimu RUN se vykonává celý program nahráný do zařízení. Režim HALT pozastaví všechny operace, v tomto režimu se většinou upravují změny programu.

Při spuštění v režimu RUN programovatelný automat pracuje v uzavřeném cyklu. U větších řídicích systémů probíhají postupně tyto činnosti: (8)

- načtení signálů ze vstupních jednotek do vstupních registrů automatu
- zpracování programu
- zápis obsahu výstupních registrů do výstupních jednotek
- servisní služby automatu (příprava CPU k řešení dalšího cyklu)

Řídicí algoritmus programovatelného automatu je zapsán jako posloupnost instrukcí v paměti uživatelského programu. Centrální jednotka postupně čte z této paměti jednotlivé instrukce, provádí příslušné operace s daty v zápisníkové paměti a zásobníku, případně provádí přechody v posloupnosti instrukcí, je-li instrukce ze skupiny organizačních instrukcí.

Jsou-li provedeny všechny instrukce požadovaného algoritmu, provádí centrální jednotka aktualizaci výstupních proměnných do výstupních periferních jednotek a aktualizuje stavy ze vstupních jednotek do zápisníkové paměti. Tento děj se stále opakuje a nazýváme jej cyklem programu. Jednorázová aktualizace stavů vstupních proměnných

během celého cyklu programu odstraňuje možnosti vzniků hazardních stavů při řešení algoritmu řízení (během výpočtu nemůže dojít ke změně vstupních proměnných). (8)

### 5.1.1 Komunikace s PLC Tecomat

Programovatelné automaty Tecomat jsou vybaveny minimálně jedním sériovým kanálem s protokolem EPSNET. Tento protokol umožňuje MASTER – SLAVE komunikaci PLC s počítačem PC. Komunikace může být také pomocí sériového rozhraní RS-232, RS-422 nebo RS-485.

### 5.1.2 Programování PLC Tecomat

Programování PLC automatů je snadné a má svůj mezinárodní standard IEC 61131-3, podle kterého se většina firem řídí při výrobě vývojových programovacích softwarů.

Norma IEC 61131 pro programovatelné řídicí systémy představuje souhrn požadavků na moderní řídicí systémy. Jednotlivé části normy jsou věnovány jak technickému, tak programovému vybavení těchto systémů. V České republice byly přijaty názvy této normy: (9)

ČSN EN 61 131-1	Všeobecné informace
ČSN EN 61 131-2	Požadavky na zařízení a zkoušky
ČSN EN 61 131-3	Programovací jazyky
ČSN EN 61 131-4	Podpora uživatelů
ČSN EN 61 131-5	Komunikace
ČSN EN 61 131-7	Programování fuzzy řízení

V oblasti PLC není ujednocen univerzální programovací jazyk jako u programování v oblasti klasických počítačů PC. Většinou každý výrobce programovatelných automatů má svůj programovací jazyk, který je ale velmi podobný, proto není složité programování více typů PLC.

Programovatelné automaty se programují těmito způsoby: (8)

- Jazyk vycházející z logických instrukcí
- Jazyk vycházející ze symbolů liniového schématu
- Jazyk vycházející ze symbolů blokového schématu
- Jazyk sekvenčních blokových schémat



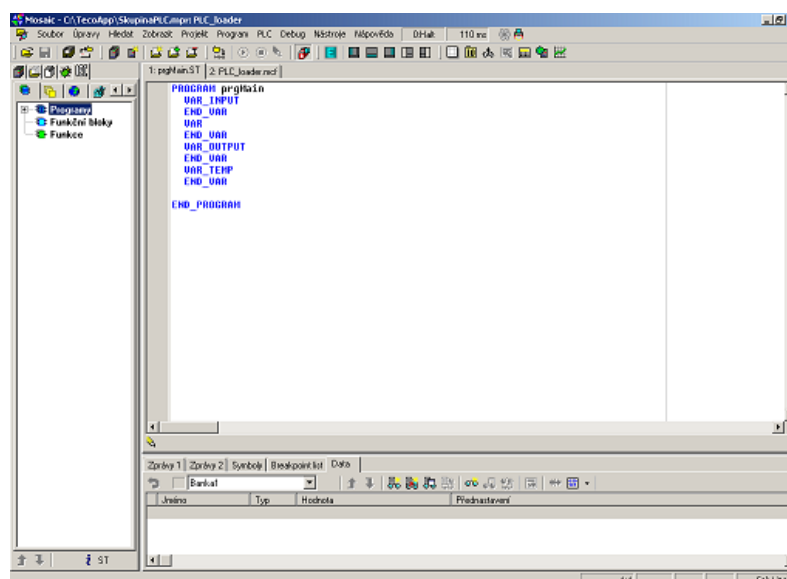
Při programování je nutné znát registry PLC. Máme registry systémové a uživatelské. Většina z nich je označena písmenem S (př. S13) a následujícím číslem. Registry vstupů a výstupů jsou označeny písmeny X (X0.5) a Y (Y1.2). To udává PLC jaký používáme IN/OUT port.

Mezi nejpoužívanější systémové registry patří registry obsahující reálný čas a datum, časové jednotky (př. S13) a masky uživatelských procesů.

Uživatelské registry jsou 8 bitové, vytváří se v paměti RAM a často jsou používány jako pomocné relé (mezivýstupy – podprogramy). Jsou využívány programátorem, který si v paměti uživatelských registrů navolí proměnné programu, realizuje čítače nebo časovače a další využitelné funkce.

### 5.1.3 Mosaic

Mosaic je vývojové prostředí pro programování PLC od firmy Teco, a.s. Je vytvořen ve výše uvedené normě ČSN EN 61 131-3. Jeho používání je možno využít bez licenčního klíče a to ve verzi Lite. Tato verze je využitelná pro začátečníky či výuku programování těchto automatů. Její funkčnost je omezena, ale pro účely výuky dostačující. Tento program je zpětně kompatibilní se staršími verzemi. Software Mosaic pracuje v operačním systému MS Windows 2000 a MS Windows XP. Programování je možno jak v textových jazycích, tak v grafických. (Obr. 25)



Obr. 25 Vývojové prostředí Mosaic

### 5.1.4 Instrukční soubor PLC Tecomat

V této kapitole bude zkráceně a stručně probrán instrukční soubor pro PLC Tecomat. Budou zde uvedeny základní instrukce pro práci s těmito automaty.

#### Instrukce pro čtení a zápis dat

LD	- čtení dat
LDC	- čtení negovaný dat
WR	- zápis dat z vrchołu zásobníku
WRC	- zápis negovaných dat z vrchołu zásobníku
PUT	- podmíněný zápis dat

#### Logické instrukce

AND	- funkce AND
ANC	- funkce NAND
OR	- funkce OR
ORC	- funkce NOR
NEG	- negace
SET	- podmíněné nastavení
RES	- podmíněné nulování

#### Čítače, časovače

CTU	- dopředný čítač
CTD	- zpětný čítač
TON	- časování od sepnutí vstupu
TOF	- časování od rozepnutí vstupu

#### Organizační instrukce

P	- začátek procesu
E	- konec procesu
NOP	- prázdná operace

Zde byly uvedeny pouze základní instrukce pro PLC Tecomat, které byly využity v programech. Všechny instrukce a jejich podrobný popis jsou sepsány v nápovědě softwaru Mosaic.

### Příkladná ukázka programu časovače TON

```

#Program   Odpad ; zpozdeny odpad rele nebo stykace
#Unit     0,0, DigitIn16,  X0, X_on
#Unit     0,2, DigitOut16, Y0, Y_on
#Def     Rozepnuti   X0.0
#Def     Odpad      Y0.0

P 0

LD   Rozepnuti      ; prikaz k rozeprnuti
LD   5              ; nasobitel zvoleneho casu
TON  RW0.2         ; konstanta casu, 2 - jsou sekundy
WR   Odpad         ; zpozdeny odpad

E 0

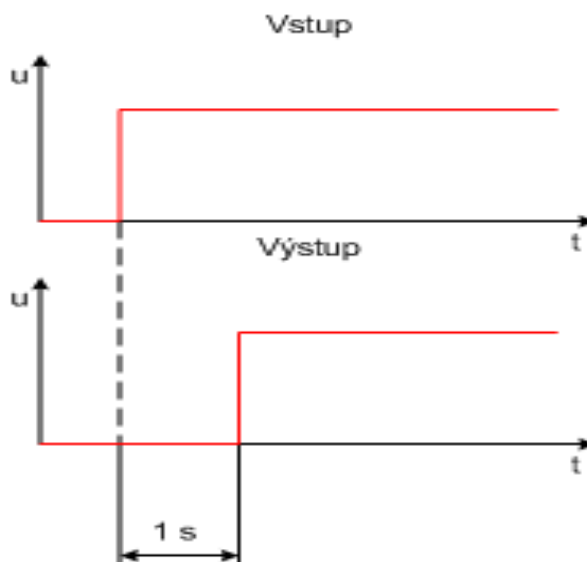
```

#### 5.1.5 Časovač TON

O tomto časovači je zde zmíněno podrobněji, jelikož je obsažen v jednom z řídicích programů pro světelnou křižovatku.

Časovač TON (Timer ON) slouží k časování od sepnutého vstupu (toto sepnutí může být vytvořeno buď softwarově, nebo hardwarově pomocí spínacího kontaktu).

TON je časovač se zpožděným přitahem (posunutá náběžná hrana). Po dobu časování musí být vstup aktivní, po odepnutí vstupu přestane časovat. (*Obr. 26*)

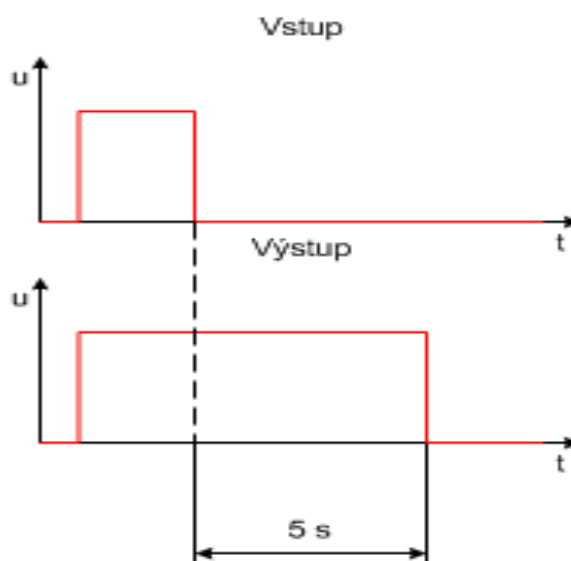


*Obr. 26 Princip časovače TON*

### 5.1.6 Časovač TOF

O tomto časovači budou uvedeny bližší informace, jelikož lze také tímto způsobem model křižovatky naprogramovat. Tento způsob programování je založen na stejném principu, jako je časovač TON.

TOF (Timer OFF), časovač se zpožděným odpadem. TOF začne časovat po odepnutí vstupu (softwarově nebo hardwarově) a po dobu jeho časování nesmí být vstup aktivní. (Obr. 27)



Obr. 27 Princip časovače TOF

## 6 Programování modelu křižovatky

Úkolem bylo naprogramovat dvěma způsoby reálný model světelné křižovatky pro PLC automat ve vývojovém prostředí Mosaic.

Způsoby, kterými byla světelná křižovatka naprogramována:

- Program na principu kaskádového časování vytvořeného pomocí TON časovače
- Program na principu čítače buzeného časovou základnou a tabulky

Před vytvořením programu bylo nutné stanovit časy, kdy se budou spínat jednotlivá světla na semaforech. Tyto časy byly zvoleny dle obrázku. (Obr. 28)

Fáze (akce) :		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.(1.)	
Čas (s) :		0	3	4	5	13	14	15	
S E M A F O R	Hlavní (auta)	Červená	0	0	1	1	1	1	0
		Žlutá	0	1	0	0	0	1	0
		Zelená	1	0	0	0	0	0	1
	Vedlejší (auta)	Červená	1	1	1	0	0	1	1
		Žlutá	0	0	1	0	1	0	0
		Zelená	0	0	0	1	0	0	0
	Hlavní (chodci)	Červená	1	1	1	0	1	1	1
		Zelená	0	0	0	1	0	0	0
	Vedlejší (chodci)	Červená	0	1	1	1	1	1	0
		Zelená	1	0	0	0	0	0	1

Obr. 28 Časové schéma řízení křižovatky

Nastavení vstupních přepínačů bylo zvoleno dle obrázku. (Obr. 29)

IN1	IN2	Režim křižovatky	Zkratka
0	0	vypnuté semaforey	KLID
0	1	stabilní 1. fáze běžného režimu	STAB
1	0	běžný režim	CHOD
1	1	blikající žlutá světla	BLIK

Obr. 29 Řízení režimů křižovatky

## 6.1 Řízení časovačem TON

### 6.2.1 Postup

Řešení logiky křižovatky lze rozdělit na tři provázané subsystemy.

- Řízení režimů křižovatky
- Řízení časů pro spínání světel semaforů
- Řízení výstupů samostatných LED diod

Řízení režimů křižovatky je podle obrázku 28. Vstupní proměnné IN1 a IN2 jsou řešeny na modelu křižovatky jako přepínače s pevnou polohou. Výstupy jsou pomocné relé KLID, STAB, CHOD, BLIK, jejichž pomocné kontakty použijeme dále v programu

**Subsystém řízení časového harmonogramu** je nejsložitější krok v programu. Je tvořen kaskádou časovačů TON, které se vzestupně aktivují po sepnutí vstupu. První časovač se aktivuje pomocným kontaktem pomocného relé CHOD. Když ukončí časování poslední časovač TON, dojde pomocným kontaktem skok zpět na první časovač. Tímto se uzavře nekonečný cyklus časování. K zastavení kaskády časovačů dojde při rozepnutí pomocného kontaktu pomocného relé CHOD. Z časové tabulky je jasné, že poslední 7. fáze je stejná jako první. Proto bylo potřebných pouze 6 časovačů TON.

Současně s řízením časového harmonogramu byl řešen režim blikání žlutých světel. Při řízení blikání žlutých světel se využije část časovací kaskády (dva časovače), které se vhodně propojí pomocí pomocných kontaktů pomocného relé BLIK, nebo lze řízení realizovat pomocí registru S13 jako v tomto případě.

**Řízení výstupů.** Pro zjednodušení elektrického zapojení jsou vždy dva protější signalizační semaforey propojeny.

Jednotlivé výstupy křižovatky jsou řízeny logickou kombinací těchto obvodů:

- pomocnými kontakty pomocných relé, která jsou řešena jako výstupy dílčích časovačů
- pomocnými kontakty pomocných relé obvodu pro řízení režimů křižovatky tzn. KLID, STAB, CHOD, a BLIK

## 6.2.2 Program

Tento program je také dodán v příloze k dokumentaci.

```
#def TL_1 X0.0 ;vstupni prepinač 1
#def TL_2 X0.1 ;vstupni prepinač 2

#def HSCE Y0.0 ;hlavni cervena
#def HSZL Y0.1 ;hlavni zluta
#def HSZE Y0.2 ;hlavni zelena
#def VSCE Y0.3 ;vedlejsi cervena
#def VSZL Y0.4 ;vedlejsi zluta
#def VSZE Y0.5 ;vedlejsi zelena
#def HPCE Y0.6 ;hlavni prechod cervena
#def HPZE Y0.7 ;hlavni prechod zelena
#def HPBZ Y1.0 ;hlavni prechod bzucak
#def VPCE Y1.1 ;vedlejsi prechod cervena
#def VPZE Y1.2 ;vedlejsi prechod zelena
#def VPBZ Y1.3 ;vedlejsi prechod bzucak
```

```

#def HL_ZLUTA Y1.4 ;pomocne rele - hlavni zluta
#def VE_ZLUTA Y1.5 ;pomocne rele - vedlejsi zluta
#def FAZE_1 Y17.3 ;pomocne rele
#def FAZE_2 Y17.4 ;pomocne rele
#def FAZE_3 Y17.5 ;pomocne rele
#def FAZE_4 Y17.6 ;pomocne rele
#def FAZE_5 Y17.7 ;pomocne rele
#def FAZE_6 Y18.0 ;pomocne rele

#def KLID R16.0 ;vypnute semafore - pomocne rele
#def STAB R16.1 ;prujezd zelena - pomocne rele
#def CHOD R16.2 ;bezny rezim - pomocne rele
#def BLIK R16.3 ;blikaji zluta sv - pomocne rele
#def KROK_1 R16.4 ;pomocne rele
#def KROK_2 R16.5 ;pomocne rele
#def KROK_3 R16.6 ;pomocne rele
#def KROK_4 R16.7 ;pomocne rele
#def KROK_5 R17.0 ;pomocne rele
#def KROK_6 R17.1 ;pomocne rele
#def KROK_KONEC R17.2 ;pomocne rele

#reg WORD CAS1 ;casovac 1
#reg WORD CAS2 ;casovac 2
#reg WORD CAS3 ;casovac 3
#reg WORD CAS4 ;casovac 4
#reg WORD CAS5 ;casovac 5
#reg WORD CAS6 ;casovac 6

```

P 0

```

;rezimy krizovatky
LDC TL_1 ;prepinac1 = 0
ANC TL_2 ;prepinac2 = 0
WR KLID ;vypnuta krizovatka

LDC TL_1 ;prepinac1 = 0
AND TL_2 ;prepinac2 = 1
WR STAB ;hlavni silnice prujezdna

LD TL_1 ;prepinac1 = 1
ANC TL_2 ;prepinac2 = 0
WR CHOD ;bezny chod

LD TL_1 ;prepinac1 = 1
AND TL_2 ;prepinac2 = 1
WR BLIK ;blikajici oranzova svetla

;kaskada casovacu
LD CHOD
ANC KROK_KONEC
WR KROK_1

LD KROK_1
LD 30 ;VAL=30
TON CAS1.1 ;RCZ=1
WR KROK_2

LD KROK_2
LD 10 ;VAL=10
TON CAS2.1 ;RCZ=1
WR KROK_3

```

```

LD      KROK_3
LD      10          ;VAL=10
TON     CAS3.1     ;RCZ=1
WR      KROK_4

LD      KROK_4
LD      80          ;VAL=80
TON     CAS4.1     ;RCZ=1
WR      KROK_5

LD      KROK_5
LD      10          ;VAL=10
TON     CAS5.1     ;RCZ=1
WR      KROK_6

LD      KROK_6
LD      10          ;VAL=10
TON     CAS6.1     ;RCZ=1
WR      KROK_KONEC

;faze casovacu
LD      CHOD
AND     KROK_1
ANC     KROK_2
WR      FAZE_1

LD      CHOD
AND     KROK_2
ANC     KROK_3
WR      FAZE_2

LD      CHOD
AND     KROK_3
ANC     KROK_4
WR      FAZE_3

LD      CHOD
AND     KROK_4
ANC     KROK_5
WR      FAZE_4

LD      CHOD
AND     KROK_5
ANC     KROK_6
WR      FAZE_5

LD      CHOD
AND     KROK_6
ANC     KROK_KONEC
WR      FAZE_6

;blikajici zluta
LD      BLIK
AND     S13.2      ;RCZ=2
WR      HL_ZLUTA
LD      BLIK
AND     S13.2      ;RCZ=2
WR      VE_ZLUTA

```

```

;bzucaky na prechodu

```



```

LD     FAZE_1
OR     FAZE_2
OR     FAZE_3
OR     FAZE_5
OR     FAZE_6
OR     STAB
AND    S13.2      ;RCZ=2
WR     HPBZ

LD     FAZE_4
AND    S13.1      ;RCZ=1
WR     HPBZ

LD     FAZE_2
OR     FAZE_3
OR     FAZE_4
OR     FAZE_5
OR     FAZE_6
AND    S13.2      ;RCZ=2
WR     VPBZ

LD     STAB
OR     FAZE_1
AND    S13.1      ;RCZ=1
WR     VPBZ

```

;vystupy

```

LD     FAZE_3
OR     FAZE_4
OR     FAZE_5
OR     FAZE_6
ANC    KLID
WR     HSCE

LD     FAZE_2
OR     FAZE_6
ANC    KLID
WR     HSZL

LD     FAZE_1
AND    CHOD
OR     STAB
ANC    KLID
WR     HSZE

LD     FAZE_1
AND    CHOD
OR     FAZE_2
OR     FAZE_3
OR     FAZE_6
OR     STAB
ANC    KLID
WR     VSCE

LD     FAZE_3
OR     FAZE_5
ANC    KLID
WR     VSZL

LD     FAZE_4

```

ANC	KLID
WR	VSZE
LD	FAZE_1
AND	CHOD
OR	FAZE_2
OR	FAZE_3
OR	FAZE_5
OR	FAZE_6
OR	STAB
ANC	KLID
WR	HPCE
LD	FAZE_4
ANC	KLID
WR	HPZE
LD	FAZE_2
OR	FAZE_3
OR	FAZE_4
OR	FAZE_5
OR	FAZE_6
ANC	KLID
WR	VPCE
LD	FAZE_1
AND	CHOD
OR	STAB
ANC	KLID
WR	VPZE
LD	BLIK
ANC	KLID
AND	HL_ZLUTA
WR	HSZL
LD	BLIK
ANC	KLID
AND	VE_ZLUTA
WR	VSZL

E 0

## 6.2 Řízení pomocí časové základny a tabulky

### 6.2.1 Postup

Program na tomto principu spočívá v tom, že všechny akce jsou odvozeny od časové proměnné. Tento program musí mít zdroj času, který se mění cyklicky. Zvolený čas je 17 sekund. Jako zdroj času se dá použít čítač S13.2 nebo časovač s předvolbou rovné době periody. Za pomoci tabulky bude program přehlednější a kratší. Tato tabulka se dá měnit bez jakéhokoliv zásahu do programu.

## 6.2.2 Program

Kompletní program tabulkovou metodou dodán v příloze této dokumentace.

```

#def      TL_1      X0.0      ;vstupni prepinač 1
#def      TL_2      X0.1      ;vstupni prepinač 2
#def      HSCE      Y1.1      ;hlavni cervena
#def      HSZL      Y1.0      ;hlavni zluta
#def      HSZE      Y0.7      ;hlavni zelena
#def      VSCE      Y0.6      ;vedlejsi cervena
#def      VSZL      Y0.5      ;vedlejsi zluta
#def      VSZE      Y0.4      ;vedlejsi zelena
#def      HPCE      Y0.3      ;hlavni prechod cervena
#def      HPZE      Y0.2      ;hlavni prechod zelena
#def      VPCE      Y0.1      ;vedlejsi prechod cervena
#def      VPZE      Y0.0      ;vedlejsi prechod zelena
#def      VPBZ      Y1.2      ;vedlejsi prechod bzucak
#def      HPBZ      Y1.3      ;hlavni prechod bzucak
#reg      word      Hodiny
#def      Svetla    Y0
#table    byte      Casy = 0, 3, 4, 5, 13, 14, 15
#table    byte      Akce = %0011001001, %0101001010, %1001101010,
%1000010110, %1000101010, %1101001010, %0011001001
    P 0
    LD    S13.2
    LD    0
    CTU   Hodiny
    GT    16
    RES   LOW      Hodiny

    LD    Hodiny
    FTB   Casy
    LTB   Akce
    PUT   Svetla
    E 0

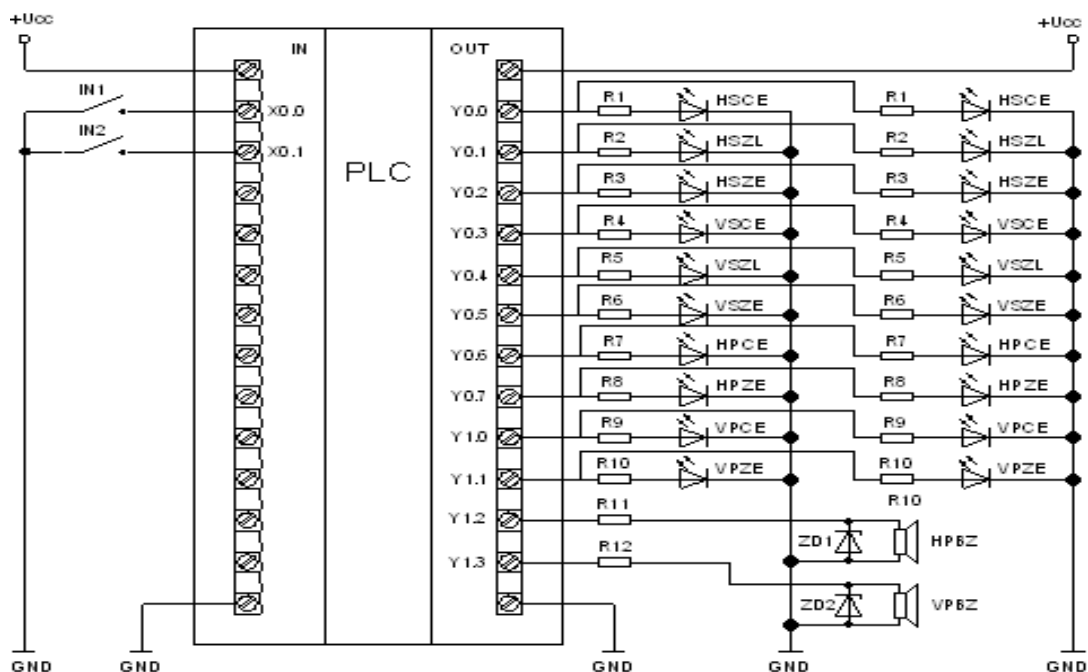
P 63
    LD    %0011001001
    WR    Svetla

E 63

```

### 6.3 Připojení k PLC automatu

Vstupy			Výstupy		
Snímač	Funkce	Souřadnice vstupu	Akční člen	Funkce	Souřadnice výstupu
N1	spínač č.1 volby režimu	X0.0	HSCE	Červená na hlavní silnici	Y0.0
N2	spínač č.2 volby režimu	X0.1	HSZL	Žlutá na hlavní silnici	Y0.1
			HSZE	Zelená na hlavní silnici	Y0.2
			VSCE	Červená na vedlejší silnici	Y0.3
			VSZL	Žlutá na vedlejší silnici	Y0.4
			VSZE	Zelená na vedlejší silnici	Y0.5
			HPCE	Červená na přechodu hlavní	Y0.6
			HPZE	Zelená na přechodu hlavní	Y0.7
			HPBZ	Bzučák hlavního přechodu	Y1.2
			VPCE	Červená na přechodu vedlejší	Y1.0
			VPZE	Zelená na přechodu vedlejší	Y1.1
			VPBZ	Bzučák vedlejšího přechodu	Y1.3



*Obr. 30 Připojení k PLC*

## 7 Závěr

Cílem této práce bylo vytvořit reálný model křižovatky, který bude připojitelný s PLC automatem a jím řízený. Model křižovatky je využitelný jako pomůcka při programování programovatelných logických automatů. Dále bylo úkolem naprogramovat tento model pomocí PLC Tecomat. Programy byly odladěny a zrealizovány ve vývojovém prostředí Mosaic.

V jednotlivých kapitolách jsou popsány informace k řízení světelné křižovatky a výroba reálného modelu.

Tento model bych dále chtěl vylepšit tak, aby byl připojitelný k různým programovatelným automatům a mikroprocesorům. Jelikož všechny PLC automaty a mikroprocesory nemají stejné výstupní napětí, bylo by potřeba vytvořit proměnlivou spojovací elektroniku. Model by potom mohl být řízen i mikroprocesory (např. PIC16F84).

## Literatura

1. **WIKIPEDIE.** Světelné signalizační zařízení. *Wikipedie*. [Online] 8. 11 2006. [Citace: 22. Březen 2010.]  
[http://cs.wikipedia.org/wiki/Sv%C4%9Bteln%C3%A9\\_signaliza%C4%8Dn%C3%AD\\_za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD](http://cs.wikipedia.org/wiki/Sv%C4%9Bteln%C3%A9_signaliza%C4%8Dn%C3%AD_za%C5%99%C3%ADzen%C3%AD).
2. —. Programovatelný logický automat. *Wikipedie*. [Online] 31. 10 2006. [Citace: 22. Březen 2010.]  
[http://cs.wikipedia.org/wiki/Programovateln%C3%BD\\_logick%C3%BD\\_automat](http://cs.wikipedia.org/wiki/Programovateln%C3%BD_logick%C3%BD_automat).
3. **Urban, Pavel.** Stránky diplomové práce "Modelování křížovatek". *Modelování křížovatek*. [Online] Únor 2007. [Citace: 22. Březen 2010.]  
<http://urbanp6.wz.cz/analyza.html#kriz>.
4. **Pihrt, Martin.** VÍTEJTE VE SVĚTĚ MĚŘENÍ A DIAGNOSTIKY. *mereni.souepl*. [Online] 2009. [Citace: 23. Březen 2010.]  
<http://mereni.souepl.cz/uloha08/foto/semafor.pdf>.
5. **WIKIPEDIE.** Plošný spoj. *Wikipedie*. [Online] 16. Říjen 2006. [Citace: 24. Březen 2010.] [http://cs.wikipedia.org/wiki/Plo%C5%A1n%C3%BD\\_spoj](http://cs.wikipedia.org/wiki/Plo%C5%A1n%C3%BD_spoj).
6. **GM ELECTRONIC.** Chemie pro výrobu DPS. *GME*. [Online] 2010. [Citace: 24. 3 2010.] <http://www.gme.cz/cz/chemie-baterie/chemie-pro-vyrobu-dps/46240.html>.
7. **TECO.** *Teco, a.s.* [Online] [Citace: 24. Březen 2010.] [www.tecomat.cz](http://www.tecomat.cz).
8. —. *EDUMAT*. [Online] [Citace: 24. Březen 2010.]  
[http://www.edumat.cz/texty/Manual\\_tecomat.pdf](http://www.edumat.cz/texty/Manual_tecomat.pdf).
9. **TECOMAT.** Programování PLC TECOMAT podle IEC 61131-3. *Tecomat*. [Online] Listopad 2007. [Citace: 24. Březen 2010.]  
<http://www.tecomat.cz/docs/cze/Software/Mosaic/TXV00321.pdf>.