

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA ELEKTROMECHANIKY A VÝKONOVÉ  
ELEKTRONIKY**

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Modernizace výukových úloh předmětu PEM**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr BLAŽEK**

Osobní číslo: **E13B0004P**

Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**

Studijní obor: **Elektrotechnika a energetika**

Název tématu: **Modernizace výukových úloh předmětu PEM**

Zadávací katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Student má v průběhu řešení realizovat následující body:

1. Navrhněte možnosti modernizace výukových úloh.
2. Připravte a zrealizujte prototypy.
3. Navrhněte a zrealizujte mechanické zapouzdření PLC a mikrokontrolérů do krabic a jejich konektivitu s výukovými přípravky.
4. Zpracujte dokumentaci k výukovým úlohám.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah kvalifikační práce: 30 - 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

**Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.**

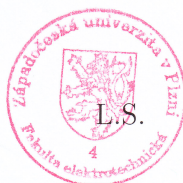
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jan Michalík, Ph.D.

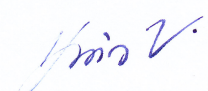
Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky

Datum zadání bakalářské práce: 14. října 2016

Termín odevzdání bakalářské práce: 8. června 2017

  
Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.  
děkan



  
Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 14. října 2016

## **Abstrakt**

Práce je zaměřena na modernizaci výukových úloh k předmětu Průmyslová elektronika a mechatronika. Jedná se o dvojici úloh tvořených dvěma výukovými modely a jedním společným prvkem. Prvním modelem je výtah, druhým servo. Společným prvkem je PLC, kterým jsou oba modely řízeny.

První kapitola uvádí do problematiky, druhá popisuje původní podobu úloh. Další kapitoly informují o návrhu modernizace úloh a PLC . Tyto návrhy jsou realizovány v podobě prototypů, které jsou popsány ve třetí a čtvrté kapitole. Hlavními body návrhu jsou: výběr nového PLC, nová DPS pro model serva, zapouzdření nového PLC a DPS, a rozhraní PLC s jednotlivými úlohami.

Práce obsahuje přílohy s podrobnou dokumentací potřebnou k realizaci modernizované úlohy.

## **Klíčová slova**

PLC, modernizace, úloha, servo, výtah, rozhraní

**Abstrakt**

The work is focused on the modernization of teaching classes for the subject of Industrial Electronics and Mechatronics. It is a pair of tasks constituted by two teaching models and one common element. The first model is an elevator, the second one is servo. The common element is PLC, which controls both models.

The first chapter introduces the issue, the second one describes the original form of the tasks. The next chapters inform about the suggested modernization of the tasks and PLC. These suggestions are realized in the form of prototypes described in the third and the fourth chapter. The main targets of the project have been: selecting a new PLC, design of a new DPS for the servo model, encapsulation of the new PLC and DPS, and the PLC interface with the individual tasks.

The work includes appendixes with a detailed documentation necessary for the implementation of the modernized teaching class.

**Key words**

PLC, modernization, task, servo, elevator, interface

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

.....  
podpis

V Plzni dne 9.6.2017

Petr Blažek

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval Ing. Janu Michalíkovi, Ph.D. za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce. Zvláště pak za trpělivost, ochotu a velmi rychlé odpovědi při elektronické komunikaci. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Martinu Sirovému Ph.D. za pomoc při výběru z velkého množství distributorů PLC.

Rád bych poděkoval své rodině za pomoc, podporu a oporu. Svému spolubydlícímu děkuji za trpělivost a ochotu odpovídat na mé dotazy

# Obsah

<b>OBSAH</b> .....	<b>8</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>9</b>
<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
1.1 MOTIVACE .....	10
1.2 CO JE TO PLC.....	10
<b>2 PŮVODNÍ PODOBA VÝUKOVÝCH ÚLOH</b> .....	<b>12</b>
2.1 PLC.....	12
2.2 SERVO.....	12
2.3 VÝTAH.....	14
<b>3 NÁVRH MODERNIZACE ŘÍDICÍHO SYSTÉMU S PLC</b> .....	<b>16</b>
3.1 REŠERŠE VYBRANÝCH VÝROBCŮ PLC.....	16
3.1.1 <i>Omron</i> .....	16
3.1.2 <i>SIEMENS</i> .....	18
3.1.3 <i>Unitronics</i> .....	22
3.1.4 <i>Schneider Electric</i> .....	25
3.1.5 <i>Výběr finálního PLC</i> .....	28
3.2 NÁVRH NOVÉ PODOBY ŘÍDICÍHO SYSTÉMU S PLC.....	29
3.2.1 <i>Návrh zapouzdření</i> .....	29
3.2.2 <i>Návrh periferie</i> .....	31
3.2.3 <i>Prototyp</i> .....	32
<b>4 NÁVRH MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MODELŮ</b> .....	<b>33</b>
4.1 ÚLOHA „SERVO“.....	33
4.1.1 <i>Popis úlohy</i> .....	33
4.1.2 <i>Zapojení, DPS</i> .....	34
4.1.3 <i>Rozhraní</i> .....	35
4.1.4 <i>Navržený prototyp</i> .....	37
4.1.5 <i>Navržený prototyp</i> .....	38
4.2 ÚLOHA VÝTAH.....	38
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>39</b>
<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ</b> .....	<b>40</b>
<b>PŘÍLOHY</b> .....	<b>1</b>



## Seznam symbolů a zkratek

<i>AI</i> .....	Analog input
<i>DPS</i> .....	Deska plošných spojů
<i>I/O</i> .....	Inputs/Outputs (Vstupy/Výstupy)
<i>PLC</i> .....	Programmable Logic Controller
<i>PWM</i> .....	Pulse Width Modulation
<i>BCD</i> .....	Binary Coded Decimal
<i>HMI</i> .....	Human - Machine Interface
<i>CPU</i> .....	Central Processing Unit
All - in - One .....	Vše v jednom
<i>IoT</i> .....	Internet of Things
<i>HSC</i> .....	High Speed Cruise
<i>DIN</i> .....	Deutsche Industrie Norm
<i>PLS</i> .....	Programmable Logic Sequencer
<i>SD</i> .....	Secure Digital
<i>USB</i> .....	Universal Serial Bus
<i>RAM</i> .....	Random Access Memory
<i>ROM</i> .....	Read Only Memory
<i>Kč</i> .....	Koruna česká
<i>TIA</i> .....	Totally Integrated Automation
<i>LED</i> .....	Light-Emitting Diode
<i>HS</i> .....	High speed
<i>Výtah</i> .....	Výukový model výtahu
<i>Servo</i> .....	Výukový model serva
<i>Koncák</i> .....	Koncový spínač

# 1 ÚVOD

## 1.1 Motivace

V dnešní době často slyšíme pojem čtvrtá průmyslová revoluce. Lidské zdroje jsou omezené a nákladné. Aby výroba mohla probíhat 24 hodin denně, je nutno pracovat na tři směny. Jedná-li se o monotónní práci u pásu, kterou pracovník dělá nerad, hrozí navíc riziko chyb.

Za účelem minimalizace monotónní a úmorné práce u pásu, snížení nákladů, zvýšení výkonnosti a efektivity výroby, je vytvářen systém vylepšující tyto parametry. Jedná se o systémy skládající se ze snímačů, pohonných jednotek, vedení, tlačítek a průmyslových počítačů. Průmyslové počítače člověk naprogramuje a ony potom řídí určené procesy dvacet čtyři hodin denně.

Hojně rozšířeným počítačem, umístovaným přímo na dílně, je právě PLC. Řídí jak jednoduché systémy skládající se například z jednotek až desítek binárních I/O, tak i rozvinuté systémy skládající se z několika stovek I/O nejen dvouhodnotových, ale i analogových či vysokorychlostních.

Inovovaná úloha byla jednoduchým systémem skládajícím se z 8 binárních vstupů a 4 výstupů. V nové úloze si studenti mají vyzkoušet pracovat s analogovými, pulzními a vysokorychlostními I/O.

## 1.2 Co je to PLC

Programovatelný logický automat neboli PLC je řídicí systém, který pracuje na stejném principu jako běžně užívané stolní počítače. Liší se ovšem provedením a úkoly, které vykonávají. Jednoduchými PLC jsou

řízeny například rolety na domech, osvětlení, tepelné systémy budov a další.

Programovatelné logické automaty jsou ovšem nejvíce využívány v průmyslu, kde řídí výrobní linky, dopravníkové systémy, různé stroje a soustrojí.

PLC je tvořeno centrální procesorovou jednotkou (dále jen CPU) a periferiemi. CPU obsahuje mikroprocesor, který přístroj řídí, periferie zajišťují komunikaci CPU s okolím. Vstupními periferiemi přijímají a upravují vstupní signály pro CPU. Vstupní signály jsou v CPU zpracovány a následně vyslány na výstupní periferii.

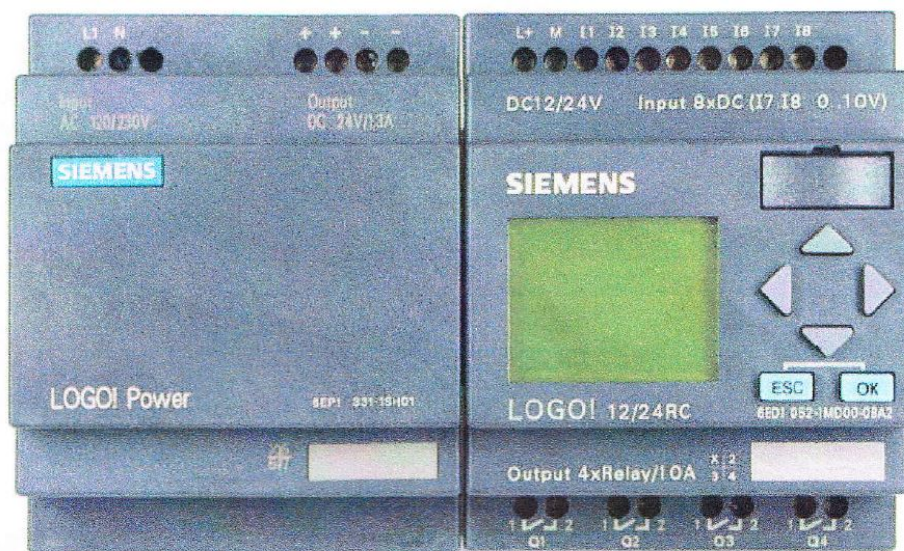
Příkladem vstupní ho signálu může být nízká teplota v místnosti. Je-li řídicím systémem vyhodnocena jako nedostačující, řídicí systém následně vyśle informaci pro zvýšení průtoku teplé vody v oběhu.

K tomu jak mají být informace zpracovávány složí paměť CPU. Paměť CPU je často měněna. K tomu je určena komunikační periferie (interface).

## 2 Původní podoba výukových úloh

### 2.1 PLC

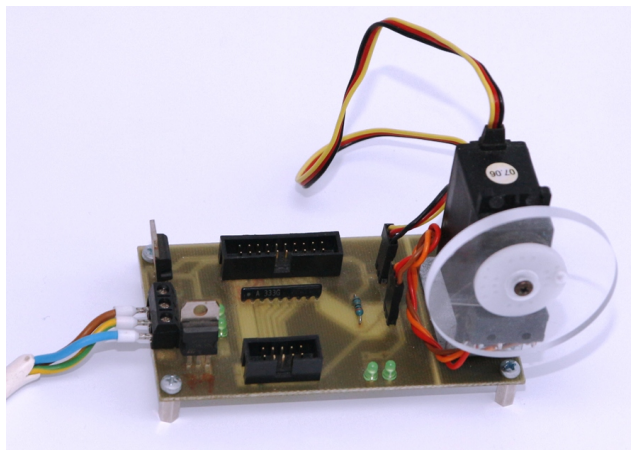
V původní úloze bylo použito PLC od firmy SIEMENS. Základní jednotka Logo! 12/24 RC s osmi digitálními vstupy a čtyřmi reléovými výstupy s možností až dvaceti-čtyř digitálních vstupů, osmi analogových vstupů a šestnácti binárních výstupů.



Obrázek 2.1 PLC použité v úlohách před inovací[1]

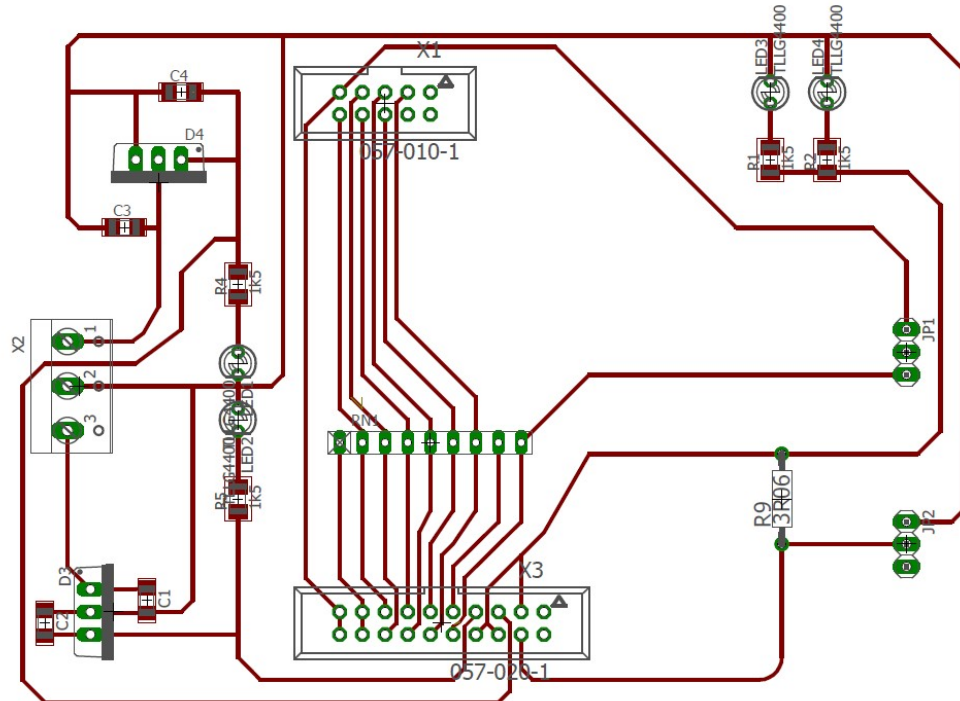
### 2.2 Servo

Učebním modelem serva dříve byla nezapouzdřená DPS s napájecím konektorem: plus, minus a zem. DPS obsahovala deseti a dvaceti pinový konektor. Z třiceti pinů jen pět přímo plnilo funkci serva, dalších čtrnáct plnilo propojovací funkci tlačítkové klávesnice s PLC. Zbylých 11 pinů bylo nevyužitých, nebo plnilo zdvojovací funkci pro rozložení proudového zatížení do dvou vodičů.



Obrázek 2.2 Původní podoba výukového modelu

Dále DPS obsahovala výstupní konektor pro servo a druhý pro vstup z koncového spínače, který lze použít i pro počítání otáček. Osazena byla dvěma stabilizátory s celkem čtyřmi kondenzátory, rezistorovou kaskádou, jedním rezistorem pro zpomalení chodu serva a čtyřmi LED s rezistory pro signalizaci napájení a směru otáček.



Obrázek 2.3 Schéma DPS serva

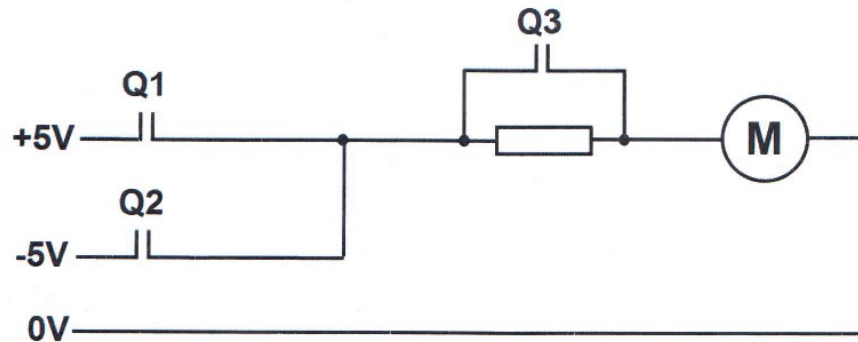
Servo bylo přimontováno přímo na DPS pomocí zahnutého plechu a čtyř šroubů.

U této úlohy studenti používali tři výstupy - viz Tabulka 2.1. Jeden vstup používali pro koncový spínač, ostatní pro vstupy ovladače.

Tabulka 2.1 Funkce výstupů pro servo[1]

Q1	Výstup - směr otáčení <b>vlevo</b>
Q2	Výstup - směr otáčení <b>vpravo</b>
Q3	Výstup - rychlootáčení

Všechny funkce studenti museli nejprve naprogramovat v počítači dle tabulky a funkčního schématu - viz Obrázek 2.4.



Obrázek 2.4 Funkční chéma pro servo [1]

### 2.3 Výtah

Učební model výtahu byl vyroben z plexiskla a měl pět pater. Na střeše pátého patra byl servomotor, který poháněl plastový model klece. Polohu klece signalizovalo pět snímačů rozmístěných po patrech.



Obrázek 2.5 Původní podoba výukového modelu

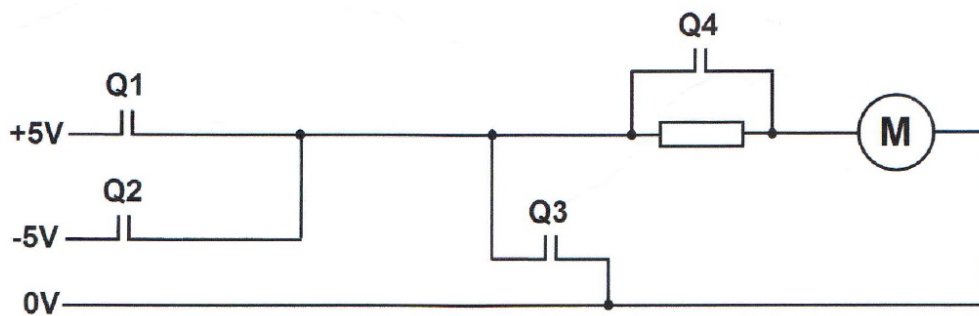
Na tuto úlohu byla využita veškerá kapacita PLC. Aby vstupy stačily, muselo být použito BCD kódování. První tři vstupy určovaly binárním signálem polohu klece výtahu. Do zbývajících pěti vstupů byla připojena klávesnice, kterou studenti určovali, do jakého patra klec pojede.

Výstupní funkce jsou popsány níže - viz Tabulka 2.2

Tabulka 2.2 Funkce výstupů pro výtah[2]

Q1	Výstup - směr jízdy <b>nahoru</b>
Q2	Výstup - směr jízdy <b>dolu</b>
Q3	Výstup - elektrická brzda
Q4	Výstup - rychlá jízda

Všechny funkce museli studenti nejprve naprogramovat v počítači dle tabulky a funkčního schématu - viz Obrázek 2.6 .



Obrázek 2.6 Funkční chéma pro výtah[2]

## 3 Návrh modernizace řídicího systému s PLC

### 3.1 Rešerše vybraných výrobců PLC

V celém světě podniká je několik desítek výrobců PLC. Tato práce přibližuje čtyři z nich s ohledem na možnosti periferie a přihlédnutím k tomu, pro jaké aplikace se hodí jaké PLC.

Od každého výrobce je vybrána jedna varianta PLC vhodná pro zamýšlené modernizace úloh. Tabulky s technickým popisem jednotlivých variant jsou rozmístěny v následující rešerši.

#### 3.1.1 Omron

Omron je Japonská firma založená v Osace v roce 1933. V současnosti má přes 37 tisíc zaměstnanců ve více než 36 zemích světa. Zabývá se výrobou elektrických komponent a zdravotnické techniky. Produktem firmy v průmyslové automatizaci jsou také PLC automaty, které se dělí na tři typy: [3]



Obrázek 3.1 Kompaktní PLC Omron CP1L [3]

#### Kompaktní

Zde si je možno vybrat ze tří řad:

- CP1H je s časem zpracování dat 0,1  $\mu$ s nejrychlejší kompaktním automatem pro řízení strojů.

*CP1L je díky rychlým vstupům nejlepší kompaktní jednotkou pro řízení strojů ve své třídě. Proto bylo pro modernizaci vybráno PLC z této řady viz*

- Tabulka 3.1 spolu s rozšiřovacím modulem viz Tabulka 3.2.
- CP1E. Tato řada je popsána jako ekonomický PLC automat řízení strojů, přesto poskytuje veškeré funkce, které jsou potřeba k ovládání



relativně jednoduchých aplikací. Díky dvěma 100 kHz a čtyřem 10 kHz I/O dobře zvládá řízení stroje včetně dalších vynikajících funkcí pro nastavování polohy. [3]

Tabulka 3.1 PLC vhodná pro modernizaci od firmy Omron [3]

<b>OMRON CP1L EM300</b>		
Technická data		
Vstupy / výstupy	Digitální vstupy	18
	Vysoko- rychlostní (čítače)	4 (max. 10 kHz)
	Analogové vstupy	2
	Digitální výstupy	12
	PWM výstupy	2 (max. 10 kHz)
	Analogové výstupy	0
	Celkový (možný) počet I/O	150
Podrobnosti o CPU	Odnímatelná svorkovnice	ano
	Kapacita datové paměti	32 tisíc slov
	Komunikační možnosti	CompoBus/S DeviceNet EtherNet PROFIBUS-DP Sériové připojení
	Rychlost zpracování (minimální)	0,55 $\mu$ s/základní 4,1 $\mu$ s/speciální instrukce
	Sériová komunikace	Ano
	Hodiny reálného času	ano
Přibližná cena		17 000 Kč

Tabulka 3.2 Rozšiřovací modul vhodný pro modernizaci od firmy Omron [3]

Rozšiřovací modul:	
<b>CP1W-8ET</b>	
Digitální výstupy	8
Přibližná cena	2 500 Kč

## Modulární

Do tohoto typu řady patří dvě řady:

- CJ2M: vhodná pro základní strojní automatizace. Datová paměť pojme 64 až 160 tisíc slov, programová 5 až 60 tisíc kroků. Nejkratší doba zpracování činí 40 ns.
- CJ2H svými parametry navazuje na předchozí řadu. Datová paměť pojme 160 až 832 slov, programová paměť 50 až 400 tisíc kroků. Dosahuje rychlosti zpracování 16 ns. Pro své vlastnosti se CJ2H stává ideálním řešením pro pokročilé strojní automatizace. Například pro vysokorychlostní třídění na dopravnících, obrazovou kontrolu

elektrických součástí a podobně.

Obě řady podporují programování pomocí funkčních bloků, kontaktních schémat a strukturovaného textu. [3]

### **Pro montáž do skříně**

Tento typ je vhodný pro řízení elektrických generátorů, vodárenských zařízení či do nepřetržitých provozů. Použití jednotek s duálním zdrojem napájení umožňuje výměnu procesorových jednotek, zdrojů, napájení a I/O jednotek za provozu. To umožňuje údržbu systému s velmi malým, nebo dokonce žádným přerušením procesů.

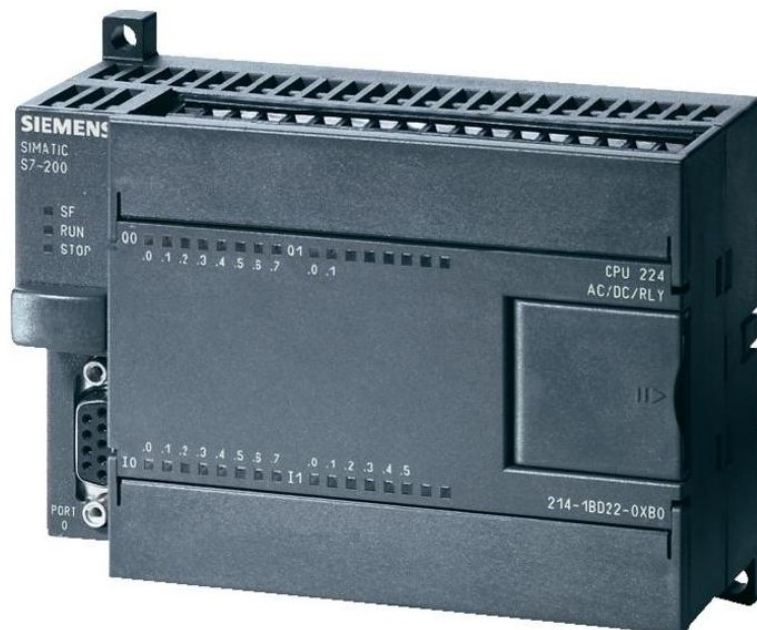
Tyto typy mají datovou paměť na 64 až 448 tisíc slov, programovou paměť na 10 až 250 tisíc kroků a umožňují až 5120 I/O bodů. [3]

### **3.1.2 SIEMENS**

Společnost Siemens je světovým gigantem, který vznikl v roce 1847 v souvislosti s vynálezem telegrafu. V České republice vyrábí více než 125 let.

Oblast zájmů společnosti je velice široká. Jejich těžiště leží v průmyslu, energetice, v technologii budov, veřejné infrastruktury a dopravě. V neposlední řadě se věnuje také technologiím pro zlepšení kvality zdravotní péče.

Siemens svou vyspělostí a vývojem určuje standardy v oblasti automatizace průmyslových procesů. Produkt TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) je firmou považován za přelomový krok v automatizační technice. TIA Portal představuje komplexní vývojové prostředí umožňující tvorbu řídicích programů velkých automatizačních celků. [4]



Obrázek 3.2 Kompaktní PLC Simatic - 200, CPU 224 [4]

Jako příklad automatizačních systémů společnosti Siemens tato práce uvádí dvě série. Stručný popis následuje.

- **Mikrosystémy**

Jedná se o systémy pro řízení aplikací s nižšími výkonnostními nároky, díky čemuž jsou cenově dostupné téměř pro každého.

Tato série obsahuje čtyři modely:

- LOGO!

Logický modul LOGO! je vhodný pro domácí instalace. Hodí se například pro řízení čerpadel, topných nebo ventilačních systémů, venkovních vrat, osvětlení, okenních rolet. Uplatnění najde v podstatě u čehokoli, co se nachází v běžné domácnosti s vyšším standardem.

Cena nejlevnějších modulů s osmi DI a čtyřmi DO se pohybuje kolem 3000 Kč. Připojovací kapacitu lze navýšit pomocí rozšiřovacích modulů až na 20 digitálních nebo 8 analogových výstupů.

Výrobce nabízí výběr z osmi základních jednotek na 230 V AC nebo 24V DC; bez displeje, nebo s šestiřádkovým displejem (s kapacitou 16-ti znaků na každý řádek).

- Simatic S7 – 1200

Ideální varianta pro většinu malých a středně velkých automatizačních úloh. Obsahuje 24 integrovaných I/O, které lze rozšířit pomocí signálové karty o 4 I/O nebo pomocí přidavných modulů až o 32 I/O. Signálové karty nezabírají žádné místo navíc viz Obrázek 3.3. Zapojují se přímo do kompaktní CPU jednotky.

Nejvýkonnější jednotky umožňují připojení šesti rychlých čítačů o výkonu až 1 MHz a čtyř pulzních výstupů s frekvencí až 1 MHz. Dále umožňují připojení až tří komunikačních modulů s rozhraním RS232, RS 485, Ethernet, Profibus Master a Slave.



Obrázek 3.3 Rozšiřovací signálové karty [4]

- Simatic S7 – 200

U tohoto modelu výrobce nabízí výběr z pěti kompaktních CPU, které se liší co do velikosti paměti, počtu integrovaných a přidavných I/O a jejich možností.

Nejlevnější varianta CPU má číselné označení 221. Je vhodná pro řízení jednoduchých aplikací. Obsahuje 6 DI, 4 DO a nelze rozšířit. Paměť pro data pojme 2 kB a pro program 4kB. Silnou stránkou jsou čtyři vysokorychlostní čítače zvládající frekvenci taktů 30 kHz.

Nevýkonnější z nabízených jednotek je CPU 226. Osahuje 24 DI a 16 DO s možností rozšíření až na 128 DI, 28 AI, 120 DO a 14 AI. Šest vstupů lze použít jako vysokorychlostní čítače s frekvencí až 30 kHz.

Pro potřeby modernizace úlohy zadané v této práci je nejvhodnější

CPU 224 XP, zejména díky dvěma analogovým vstupům, dvěma rychlým čítačům (až 200 kHz) a dvěma pulzním výstupům (až 100 kHz). Podrobnější informace, viz Tabulka 3.3. Jednotka byla rozšířena jedním rozšiřovacím modulem, viz Tabulka 3.4, aby byly splněny požadavky modernizace. [4]

Tabulka 3.3 PLC vhodné pro modernizaci od firmy SIEMENS [4]

<b>SIEMENS SIMATIC S7-200 CPU 224 XP</b>		
Technická data		
Vstupy / výstupy	Digitální vstupy	14
	Vysoko- rychlostní (čítače)	2 (200 kHz)
	Analogové vstupy	2
	Digitální výstupy	10
	PWM výstupy	2 (100 kHz)
	Analogové výstupy	1
	Celkový (možný) počet I/O	203
Podrobnosti o CPU	Paměť pro program	8 KB (12 KB se zakázanou editací v režimu RUN)
	Paměť pro data	8 KB
	Zálohování paměti dynamických dat	typ. 100 h
	Komunikační porty RS 485	2
	Komunikační možnosti	PROFIBUS DP Slave / AS-Interface / Master / Ethernet / Internet / Modem
	Hodiny reálného času	ano
	Integrovaný zdroj 24 V DC	max. 280 mA
	Odnímatelná svorkovnice	ano
	Rozměry (Š x V x H v mm)	120,5 x 80 x 62
Přibližná cena		30 000 Kč

Tabulka 3.4 Rozšiřovací modul vhodný pro modernizaci od firmy SIEMENS [4]

Rozšiřovací modul:	
S7-200 EM 222	
Digitální výstupy	8
Přibližná cena	5 500 Kč

#### o SINPLUS

Tato řada je variantou přístrojů Logo! a Simatic S7–200 do tvrdších podmínek, jako je například zvýšená vlhkost a teplota, popřípadě naopak teplota velmi nízká.

Přístroje této řady jsou standardně provozuschopné při teplotách -25 °C

až 70°C; za relativní vlhkosti 98 % při 55 °C nebo 45 % při 70 °C.

U modulů Logo! lze pomocí speciální montážní sady dosáhnout až IP 65. [4]

- **Průmyslové automatizační systémy SIMATIC**

Patří mezi robustní řídicí systémy známé především svou spolehlivostí a kvalitou. V průmyslu se prosadila již řada S5, na kterou úspěšně navázala řada S7. SIMATIC S7 patří mezi nejmodernější automatizační systémy. Velmi pečlivě sleduje požadavky průmyslu po automatizační technice. Svým vývojem na ně odpovídá novými řídicími prvky, aby co nejlépe splňovaly nároky nejrůznějších aplikací.

Do této série patří čtyři řady, a to S7-1500, S7-300, S7-400H. [4]

### 3.1.3 Unitronics

Společnost Unitronics vyrábí kvalitní PLC, která distribuuje do celého světa; 160 distributorů poskytuje lokální podporu v 55 zemí světa.

Firma více než 25 let vede vývoj s cílem uspokojení i těch nejrozmanitějších požadavků. Důraz klade na efektivitu, snadné použití a cenovou dostupnost svých produktů.

Za dobu své existence vyvinula společnost několik sérií splňujících zmíněné cíle a dále pokračuje na základě potřeb a plánů svých zákazníků.

PLC této společnosti se uplatňují v petrochemickém či automobilovém průmyslu, v energetice, vodohospodářství, v potravinářství a dalších provozech. Mezi známé odběratele patří Mercedes-Benz, Fiat, Intel a další.

Unitronics vyrábí jak kompaktní, tak modulární jednotky. Všechny jsou vybaveny HMI panelem, nejnižší verze jednoduchou dvouřádkovou obrazovkou, ostatní barevnými dotykovými obrazovkami. Podpora multijazyčnosti umožňuje rychlé přepínání mezi šestnácti světovými jazyky. Na veškeré jednotky lze připojit rozšiřovací moduly s přímým propojením s hlavní řídicí jednotkou. [5]



Obrázek 3.4 Nejvýkonnější PLC od Unitronics Unistream[5]

PLC produkty jsou rozděleny do čtyř sérií:

- Jazz® & M91™ série

Tato série je vhodná pro malé stroje s jednoduchou až střední náročností automatizačních úloh. Zahrnuje dva modely. Oba mají zabudovaný HMI panel s dvouřádkovým displejem a šestnácti funkčními tlačítky. Cena nejlevnějších modulů obsahujících 6 DI 4 DO začíná přibližně na 3000 Kč. [6] [5]

- Jazz®

Poskytuje až 40 I/O včetně rychlých vstupů, PWM výstupů (max. 10 kHz), Analogových I/O a vstupů pro měření teploty. HMI umožňuje až 60 uživatelsky definovatelných obrazovek.

- M91™

Hlavní jednotka poskytuje maximálně 38 I/O, které lze pomocí expanzního portu rozšířit až na 150 I/O. Volitelnost druhu I/O je samozřejmostí. [5] [6]

- Samba™ series

Svémi vlastnostmi je vhodná pro jednoduché projekty s potřebou okamžitého zobrazování aktuálního stavu řízené soustavy. Díky vestavěné barevné dotykové obrazovce nepotřebuje tato série žádné doplňující zobrazovací vybavení.

Samba nabízí výběr ze tří velikostí dotykových obrazovek: 3,5", 4,3" a 7".[6] [5]

- Vision™ series

Díky 13-ti modelům kompaktních PLC tato série splňuje požadavky většiny automatizačních projektů.

Základní modely Vision120 a Vision130 umožňují rozšíření až na 250 I/O. Nejvýkonnější model této série Vision 1210 nabízí rozšíření až na 1000 I/O.

Vision™ také nabízí široký výběr HMI. Černobílé, monochromatické nebo barevné displeje o velikosti od 2,4" do 12.1". Deset ze třinácti přístrojů nabízí dotykový displej, ostatní jsou ovládány pomocí tlačítek. Dalších pět má funkční tlačítka k doplnění dotykového displeje. [5]

- Unistream® series

Nejnovější generace řídicích systémů od Unitronics. Je charakterizována jako All-in-One. Modulární PLC se skládá z HMI panelu, do kterého je na DIN-lištu integrovanou do zadní strany panelu nacvaknuta CPU. Zbývající místo na DIN-liště je využito pro I/O moduly. Vybírat přitom lze z velkého množství I/O: digitálních, analogových; vstupů pro měření teploty, vysokorychlostní vstupy (až 250kHz) a PWM výstupy (až 250kHz).

Tabulka 3.5 PLC vhodné pro modernizaci od firmy Unitronics [5] [6]

<b>Unitronics UniStream 7 HMI Panel a CPU</b>		
Technická data		
	Celkový (možný) počet I/O	Až 2048
Podrobnosti o CPU	Vnitřní paměť	512MB (RAM) 3GB (systémová ROM) 1GB (uživatelská ROM)
	Přídavná paměť	microSD a USB flash disk (až 32 GB)
	Rychlost zpracování	0,13 μs
	Komunikační možnosti	2x Ethernet, 1x RS485 1x CANbus, 2x USB host ports 1x USB zařízení pro programování
	Baterie	Ano
HMI Panel	Typ	Dotykový
	Velikost	7" (16: 9)
	Rozlišení	800 x 480 (WVGA)
	Barvy	65536
Přibližná cena		30 000 Kč



Unistream nabízí modely s 7", 10.4" a 15.6" dotykovým displejem. Model 10,4" nově nabízí "multi-touch" displej se schopností vnímat více dotyků na jednou.

Z této řady byl vybrán model pro modernizaci úlohy. Podrobnější informace viz Tabulka 3.5 a Tabulka 3.6, které popisují moduly s potřebnými I/O. [5] [6]

Tabulka 3.6 Rozšiřovací moduly vhodné pro modernizaci od firmy Unitronics [5] [6]

<b>Dva rozšiřující moduly</b>		
	<b>UIS-WCB2</b>	<b>UID-0808T</b>
Digitální vstupy	10	8
Vysoko-rychlostní vstupy (čítače)	2 10 kHz	-
Analogové vstupy	2 0-10 V, 0-20 mA, 4-20 mA	-
Digitální výstupy	8 (nnp), 2 (nnp)	8
PWM výstupy	2 250 kHz	-
Analogové výstupy	2 0-10 V, 0-20 mA, 4-20 mA	-
Přibližná cena	10 000 Kč	4 000 Kč

### 3.1.4 Schneider Electric

Schneider Electric je celosvětově (ve více než 100 zemí světa) působící společnost pocházející z Francie. Její hlavní myšlenkou je: „Inovace jako jediná cesta k udržitelné budoucnosti“ [7]. Specializuje se na hospodaření s energií a automatizaci. [7]

Vývojem svých produktů Schneider Electric usiluje zlepšení života jejich uživatelům. Pomocí takzvaného internetu věcí (IoT) má v plánu přebudovat města a průmysl.

Produkty společnosti se vyznačují úsporou místa oproti modelům ostatních výrobců. V následujícím textu jsou stručně popsány tři typy PLC. [8]

- **Zelio Logic**

Zelio Logic jsou malá PLC, která se hodí například k řízení osvětlení, vytápění či klimatizace budov, popřípadě k malým a středně velkým strojům. Tento typ zahrnuje dvě řady:

První obsahuje nerozšiřitelné kompaktní jednotky s 10, 12 nebo 20 I/O.

Druhá modulární řada obsahuje dva základní moduly s 10 nebo 26 I/O, které lze rozšířit až na 40 I/O.

Obě verze jsou nabízeny bez nebo s vestavěným HMI obsahující displej a tlačítka. [8]

- Twido

Twido patří také mezi malá PLC, ale díky svým vlastnostem může řídit i středně velké aplikace. Přístroje je možno použít v rámci soustrojí jako jsou dopravníky, zdviže či menší automatické linky.

Twido zahrnuje tři řady:

- Řada Compact nabízí deset kompaktních jednotek s možností výběru 10, 16, 24 a 40 I/O. Základní jednotky lze rozšířit pomocí až sedmi rozšiřovacích modulů maximálně na 100 I/O.

- Druhá modulární řada obsahuje pět rozšiřitelných jednotek s 20 nebo 40 I/O. Vyznačuje se malými rozměry. Například jednotka o 40 I/O disponuje rozměry 95 x 90 x 70 mm. [8]

- Poslední, speciální, řada je určena do náročných podmínek. Zvládá teplotu v rozmezí - 40° až 110°C. Kromě toho má krytí IP 67, proto jí neuškodí ani voda. Vzhledem těmto vlastnostem nese označení Twido Extreme.

Nabízena je pouze jedna jednotka s 41 I/O obsahujícími digitální, analogové a PWM rozhraní, které zahrnují čítačové vstupy PWM výstupy. [8]

- Modicon

Tento typ automatizačních systémů byl vyvinut za účelem snížení nákladů spolu se zvýšením výkonu a energetické efektivity řízených aplikací.

Pod označením Modicon se nachází několik řad řídicích systémů. Modicon Premium, Modicon Quantum a Modicon M580 jsou vysoce výkonné kontroléry používané pro procesní řízení například v energetice či infrastruktuře. Modicon M340, Modicon M238 a Modicon M258 jsou díky rychlým I/O široce uplatnitelné v průmyslu, například při řízení dopravníkových systémů nebo balících strojů. [8]

V této práci jsou stručně popsány tři PLC z řady Modicon.

Vybrané typy umožňují rozšíření až o 14 rozšiřujících modulů TM3, které byly vyvinuty speciálně pro popisované přístroje. Vhodnou kombinací umožňují maximální rozšíření o 264 digitálních nebo o 114 analogových I/O. [8]



Obrázek 3.5 Nová PLC , Modicon M221, Modicon M241 a Modicon M251 [8]

- Modicon M251

Jedná se modulární PLC. Modul CPU je osazen komunikačním rozhraním buď 2 x Ethernet, 1 x sériová linka, 1x miniUSB, 1 x slot SD nebo 1 x Ethernet, 1x CanOpen, 1x sériová linka, 1x miniUSB a 1 x slot SD. Základní jednotka neobsahuje žádné I/O. Ty získáme pomocí rozšiřovacích modulů TM3. [8]

- Modicon M241

PLC s vysokým výkonem a vestavěnými funkcemi pro řízení pohybu. Oproti M251 a M221 umožňuje výběr až z pěti různých komunikačních portů.

Díky svému vybavení je M241 nejlepším ze tří popisovaných řad. Vzhledem k tomu a také kvůli vhodné skladbě I/O byl z této řady vybrán návrh modelu PLC pro modernizaci úloh. V následujících dvou tabulkách Tabulka 3.7 a Tabulka 3.8 jsou uvedena technická data návrhu. [8]

Tabulka 3.7 PLC vhodné pro modernizaci od firmy Schneider Electric [8]

<b>Schneider Electric</b>		
<b>TM241C40T</b>		
<b>Modicon M241 40 IO poz. logika</b>		
Technická data		
Vstupy / výstupy	Digitální vstupy	24
	Vysoko - rychlostní (čítače)	4 (200 kHz)
	Analogové vstupy	0
	Digitální výstupy	16
	PWM výstupy	4 (20 kHz)
	Analogové výstupy	0
	Celkový (možný) počet I/O	264
Podrobnosti o CPU	Kapacita datové paměti	8 MB pro program 64 MB pro systém (RAM)
	Zálohována data	128 MB vestavěná paměť flash pro zálohu uživatelských programů
	Doba zpracování (1K, binární operace)	22 ns
	Přídavná paměť	32 GB karta SD
	Komunikační porty	Port USB RJ45 s rozhraním RS232/RS485 vyjímatelná šroubová svorkovnice s rozhraním RS485
	Baterie	BR2032 lithiová nenabíjecí s životností 4 roky
	Hodiny reálného času	Ano
Přibližná cena		14 000 Kč

Tabulka 3.8 Rozšiřovací modul vhodný pro modernizaci od firmy Schneider Electric [8]

<b>TMC4AI2 (zásuvný modul M241)</b>	
Analogové vstupy	2 (4-20 mA; 4-20 mA; 0-10 V)
Přibližná cena	4 500 Kč

### 3.1.5 Výběr finálního PLC

K modernizaci výukových úloh byl, vzhledem ke své výkonnosti a provedení, vybrán model UniStream 7. Rychlé bytové z pracování spolu s velkou pamětí tomuto PLC dává jistotu vysokého výkonu.

HMI panel se zabudovanými reproduktory vestavěným webovým serverem a možností přehrání MPEG-4 videí bude studentům reprezentovat atraktivitu výukového přístroje.

Silnou stránkou výrobce Unitronics je bezplatné poskytování technické podpory po telefonu, emailem či ve fórech. Na svých stránkách poskytuje množství výukových videí. Dokonce i software do svých PLC nabízí zcela zdarma, což byl jeden z důvodů zvolení PLC od této společnosti.

### 3.2 Návrh nové podoby řídicího systému s PLC

Návrh nového PLC od společnosti Unitronics je tvořen HMI jednotkou, CPU a dvěma rozšiřovacími I/O moduly. Všechny čtyři dílčí komponenty jsou zasunuty do sebe, aby tvořily jeden modulární celek.

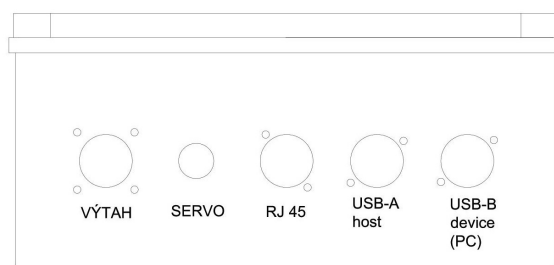
PLC je umístěno do krabice Luca od výrobce ABB, ve které je umístěn i napájecí zdroj. Na zdroj je přivedeno přes EURO-konektor síťové napětí, které lze okamžitě odpojit pomocí vypínače. Periferie PLC je vyvedena přes 26-pinový konektor CONNFLY k výtahu a přes šesti-pinový konektor k servu. Komunikační rozhraní je z PLC vyvedeno, pomocí továrně vyrobených kabelů, vyvedeno do konektorů na krabici.

Rozmístění a propojení konektorů znázorňuje Obrázek 3.8 a Obrázek 3.9 Šipky znázorňují směr toku informací.

#### 3.2.1 Návrh zapouzdření

Podle technického výkresu v Příloze č. 1 jsou vyvrtány nebo vyfrézovány otvory. Do otvorů jsou přišroubovány určené komponenty. Do otvoru víka je vsunuto PLC tak, aby vyčníval pouze HMI panel. Do spodního otvoru v levé stěně krabice je přišroubován napájecí EURO konektor s integrovanou pojistkou a do otvoru nad ním je umístěn síťový vypínač.

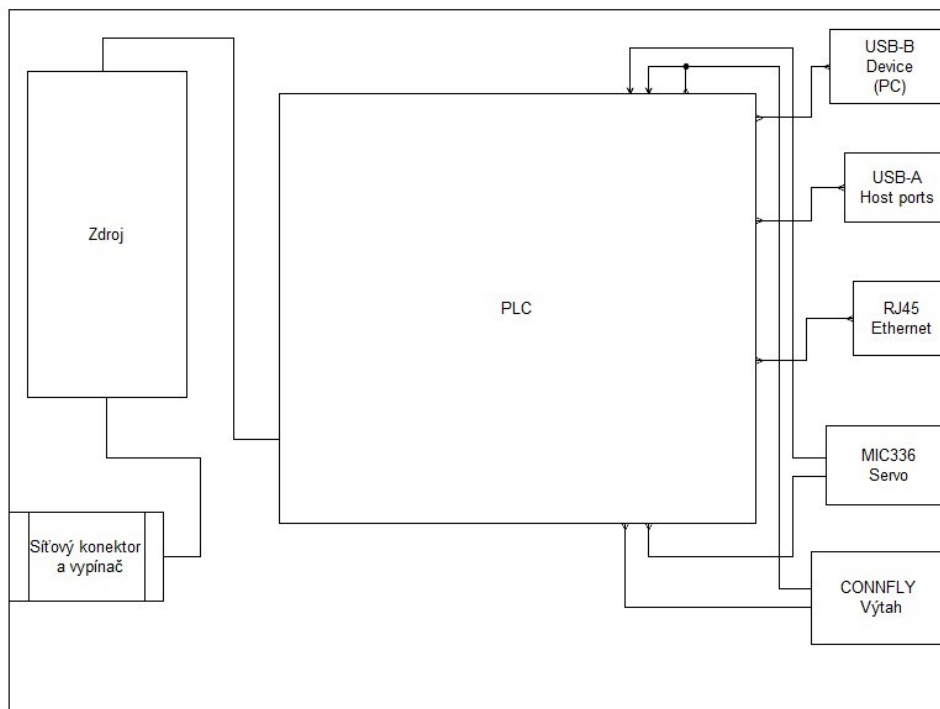
Na pravém boku krabice jsou otvory pro pět konektorů. Jejich pořadí zobrazuje Obrázek 3.6 a Obrázek 3.7. Pořadí je důležité dodržet, v opačném případě nepůjde za konektory umístit PLC a nebude možné zavřít víko.



Obrázek 3.6 Pořadí konektorů na pravé stěně krabice

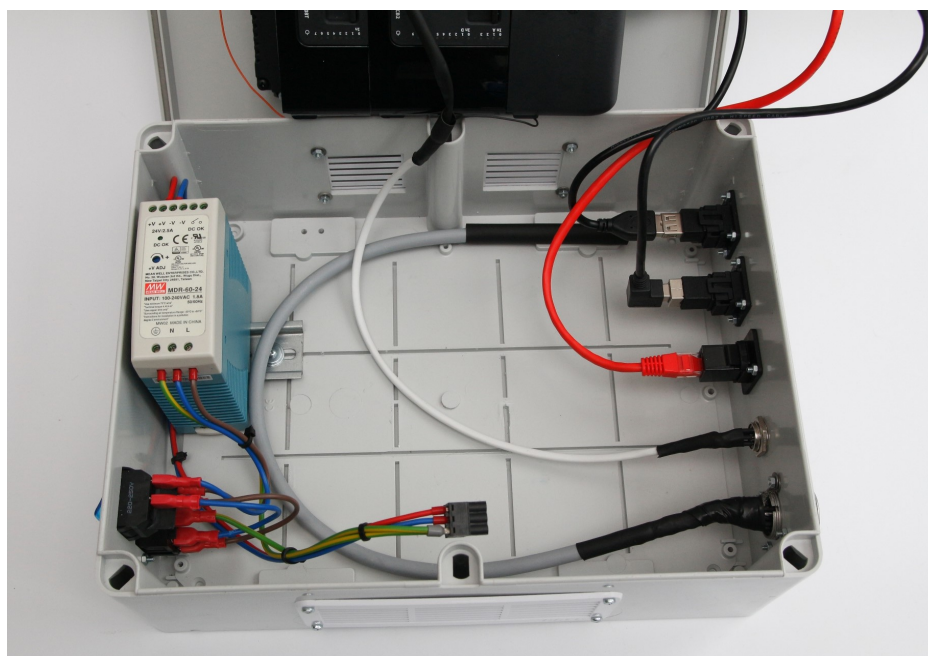


Obrázek 3.7 Pravá strana konektorů na prototypu



Obrázek 3.8 Blokové schéma rozmístění a zapojení komponentů v krabici pro PLC

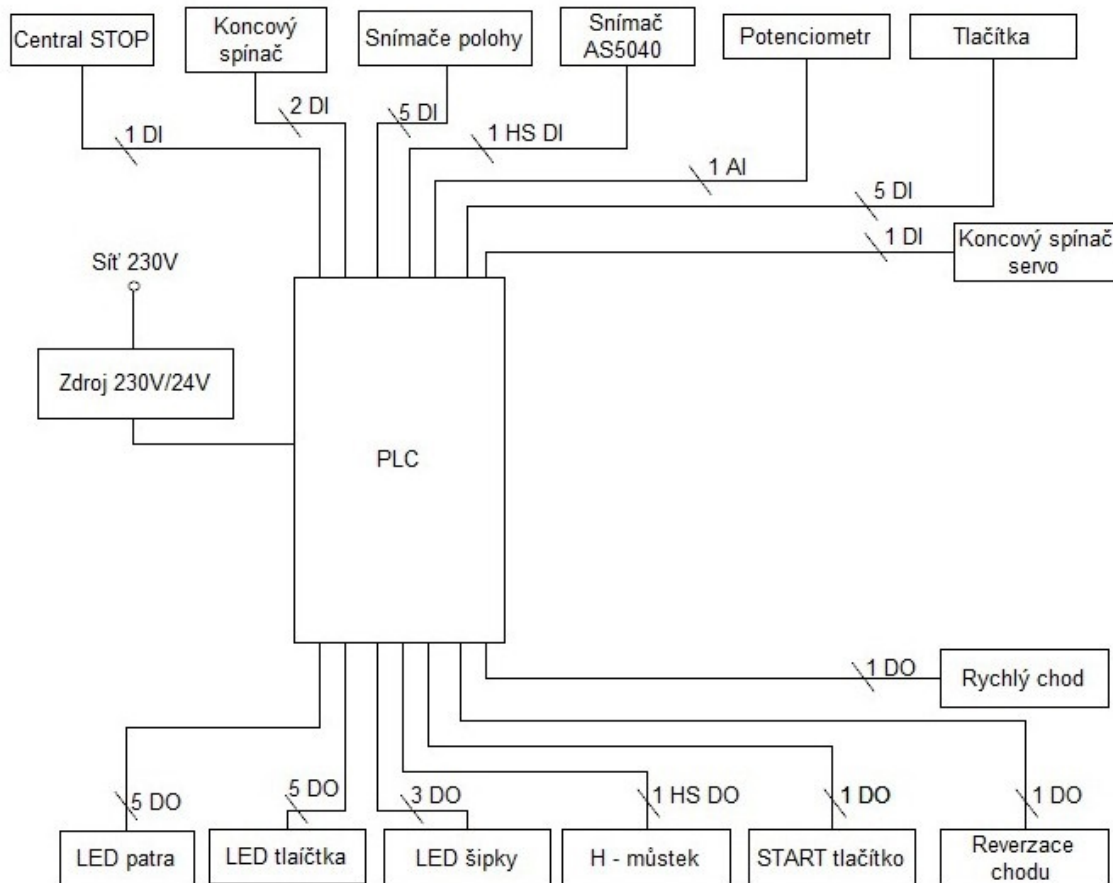
Do krabice jsou také vyfrézovány větrací otvory, které jsou zakrytovány mřížkou viz Obrázek 3.9.



Obrázek 3.9 Prototyp – vnitřní zapojení krabice na PLC

### 3.2.2 Návrh periferie

Podrobný rozpis funkcí a počtu I/O uvádí následující Tabulka 3.9. Rozpis je sestaven na základě požadavků obou inovovaných úloh, které jsou graficky znázorněny v blokovém schématu viz Obrázek 2.1.



Obrázek 3.10 Blokové schéma rozhraní PLC

Podrobnosti k I/O:

Pro potřeby snímače AS5040, který bude sloužit jako zpětná vazba rychlosti, je potřeba HS DI podporující frekvenci 10 kHz.

Analogový vstup může být v rozmezí 0 – 10 V nebo 0 – 20 mA.

Na PLC bude připojen H-můstek o maximální odebírané frekvenci 10 kHz.

Z toho plyne minimální frekvenční rozmezí HS DO je 0 – 10 kHz.

Tabulka 3.9 Rozpis I/O

Periferie PLC					
Funkce	DI	HS DI	AI	DO	HS DO
Pro úlohu Výtah					
5x tlačítka výtahu	5				
5x poloha výtahu	5				
Snímač AS5040		1			
5x LED na patře				5	
5x LED na tlačítka (patra)				5	
3x LED směr jízdy				3	
2x koncový spínač	2				
1x analogový potenciometr			1		
1x Central STOP	1				
1x PWM výstup					1
Pro úlohu Servo					
Vstup z čidla otáček	1				
1x zapínací tlačítko				1	
1x reverzace chodu				1	
1x zapínání rychlého chodu				1	
Celkový počet	14	1	1	16	1

Podrobnosti k tabulce:

Pro potřeby snímače AS5040, který bude sloužit jako zpětná vazba rychlosti, je potřeba HS DI podporující frekvenci 10 kHz.

Analogový vstup může být v rozmezí 0 – 10 V nebo 0 – 20 mA.

Na PLC bude připojen H-můstek o maximální odebírané frekvenci 10 kHz.

Z toho plyne minimální frekvenční rozmezí HS DO je 0 – 10 kHz.

### 3.2.3 Prototyp



Obrázek 3.11 Prototyp modernizace PLC



## 4 Návrh modernizace výukových modelů

### 4.1 Úloha „Servo“

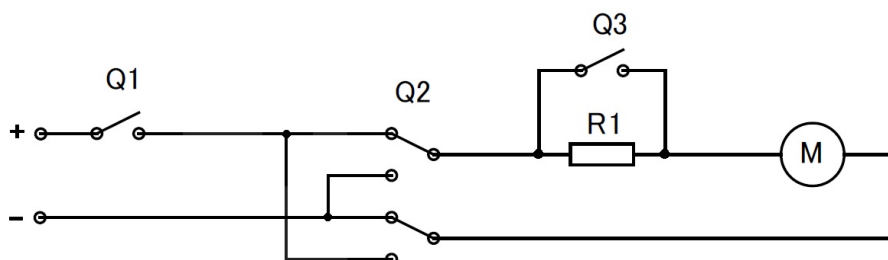
Záměrem této úlohy je, aby si studenti vyzkoušeli základní funkce PLC. Studenti k PLC připojí model serva a postupně programují jednotlivé funkce motoru, například jeho zapnutí, přepnutí směru otáčení, zapnutí rychlého otáčení a vypnutí motoru při sepnutí koncového spínače. Pomocí koncového spínače počítají otáčky motoru.



Obrázek 4.1 Prototyp výukového modelu „Servo“

#### 4.1.1 Popis úlohy

Následující Obrázek 4.2 zobrazuje zjednodušené schéma zapojení pro popisovanou úlohu.



Obrázek 4.2 Výukové funkční schéma pro úlohu „Servo“

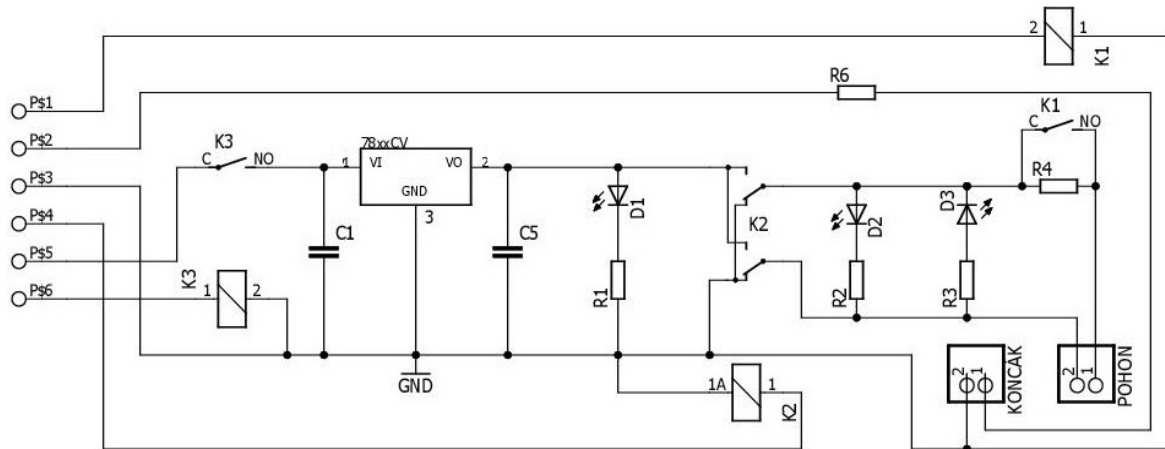
Postup při provedení úlohy je následující: studenti si nejprve zobrazí na displeji PLC klávesnici se třemi tlačítky, ke kterým dle funkční tabulky viz Tabulka 4.1 nadefinují výstupy z PLC. Dále nadefinují vstupní funkci koncového spínače. Poté budou programovat funkce serva.

Tabulka 4.1 Funkce I/O pro „Servo“

Q1	Výstup - spuštění motoru
Q2	Výstup - změna směru otáček
Q3	Výstup - rychlé otáčení
I0	Vstup - koncový spínač

### 4.1.2 Zapojení, DPS

V rámci této práce byla navržena nová DPS. Schéma zapojení je na obrázku pod textem viz Obrázek 4.3. Následující text toto schéma vysvětluje.



Obrázek 4.3 Podrobné schéma zapojení DPS pro úlohu „Servo“

DPS je napájena vstupním napětím 24 V, jehož kladná polarita je přivedena na vstupní svorku napájecího konektoru P\$5. Toto napětí je sníženo pomocí stabilizátoru 7805 na 5 V a následně přivedeno přes rezistor R4 na konektor „POHON“, který napájí motor serva. Mezi stabilizátorem a rezistorem R4 je umístěno relé K2, jehož kontakty přepínají polaritu konektoru „POHON“. Relé je ovládáno kladným napětím přivedeným na vstupní svorku napájecího konektoru P\$4.

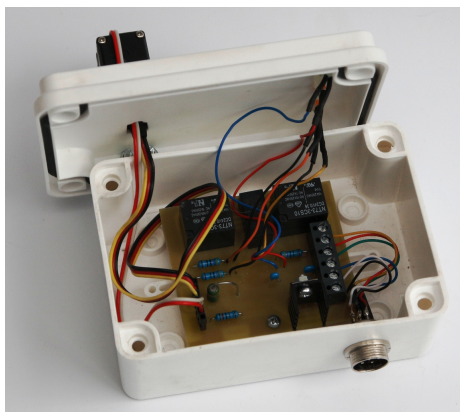
Vstupní svorka P\$5 je připojena na relé K3, které připojuje napájení stabilizátoru. Bez kladného napětí na této svorce se nebude servo hýbat.

Rezistor R4 snižuje otáčky motoru. Vstupní svorkou P\$1 napájecího konektoru lze navýšit otáčky pomocí relé K1, které svým kontaktem překlene rezistor R4.

Výstupní svorka P\$2 je přes rezistor R6 přivedena na konektor „KONČÁK“, ke kterému bude připojen koncový spínač umožňující počítat otáčky motoru.

Veškeré záporné napětí v obvodu je připojeno na svorku P\$3.

Schéma obsahuje také tři signální LED. První dioda D1 signalizuje napětí za stabilizátorem, zbylé diody D1 a D2 signalizují směr otáčení motoru.



Obrázek 4.4 Otevřená krabice prototypu s pohledem na DPS

### 4.1.3 Rozhraní

Pro komunikaci PLC s výukovým modelem serva byly navrženy mikrofonní konektory typu MIC s šesti piny. Do stěny dvou krabic byly přidělaný vidlice MIC336 a na kabel zástrčka MIC326. Vidlice se závitem, matka na zásuvce spolu s robustním kovovým provedením umožňují spolehlivé propojení mezi modelem a PLC. Vodiče k pinům byly připájeny.



Obrázek 4.5 Konektory použité na rozhraní, MIC326 vlevo a MIC336 vpravo [9]

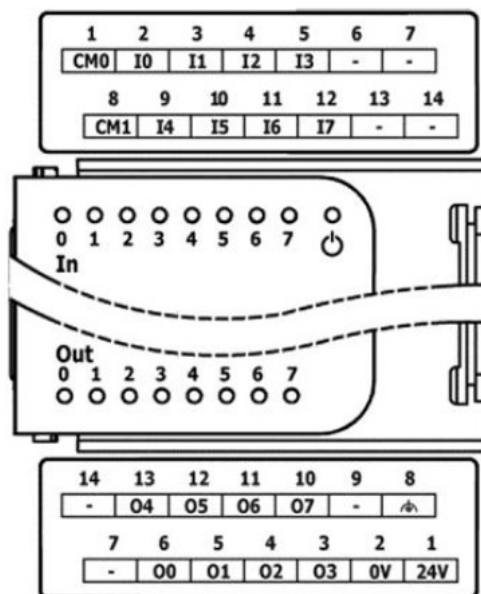
Následující Tabulka 4.2 obsahuje návod na zapojení nebo pájení

Tabulka 4.2 Popis rozhraní mezi výukovým modelem Serva a PLC

Číslo svorky PLC	I/O na PLC	Číslo pinu	Barva žily	Konektor DPS	Funkce
2	I0	1	černá	P\$1	Koncový spínač (počítání otáček)
4	O2	2	bílá	P\$2	Rychlý chod
2	0 V	3	modrá	P\$3	GND
5	O1	4	zelená	P\$4	Reverzace
1	24 V	5	červená	P\$5	+ 24 V
6	O0	6	žlutá	P\$6	Spínání serva

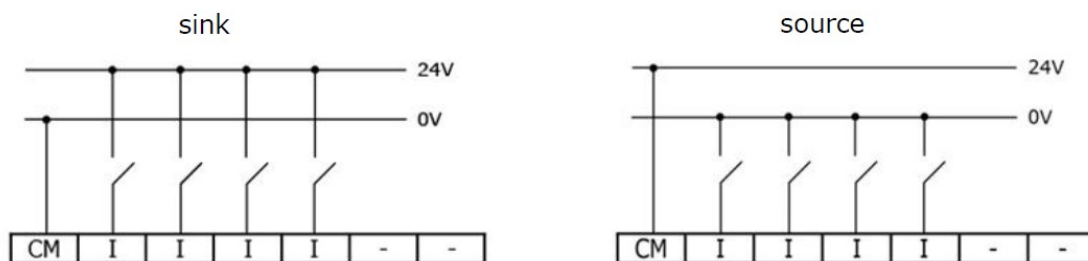
Pro připojení s PLC byl využit I/O modul UID-0808T viz Obrázek 4.6.

Vstupy v horní části modulu byly rozděleny do dvou oddělených skupin. První skupinu tvoří vstupy I0-I3 a společný kontakt CM0, druhou pak vstupy I4-I7 a společný kontakt CM1.



Obrázek 4.6 I/O modul UID-0808T pro připojení serva zdroj

Zmíněné skupiny vstupů mohou být zapojeny buď jako Sink (se společnou nulou), a nebo jako Source (se společným zdrojem). Rozdíl spočívá v tom, zda je ke společnému kontaktu připojeno napětí nebo nula viz Obrázek 4.7.



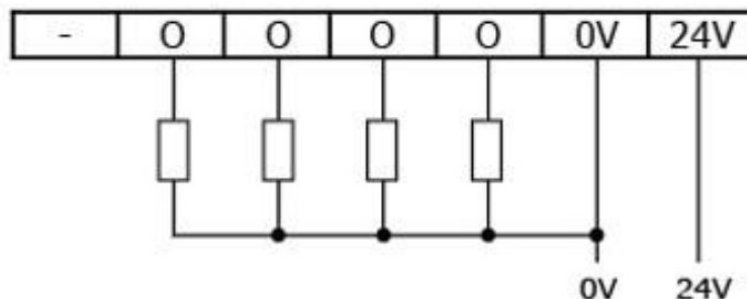
Obrázek 4.7 Dva režimy zapojení vstupů modulu UID-0808T

Naproti tomu jediný vstup od prototypu serva byl připojen v režimu source, protože konstrukce DPS vyžaduje kladné napětí. Byl připojen na svorku 2, která je rozhraním pro vstup I0; proto pro funkčnost prototypu musí být na zmíněný vstup CM0 připojeno kladné napětí.

Výstupy byly umístěny na spodní stranu modulu. Všechny byly spojeny do v jedné skupiny O0-O7 napájené externě. Z tohoto důvodu bylo nutné přivést napětí ze zdroje ke kontaktům 1 a 2, které jsou rozhraním na PLC „24V“ a „0V“. Proto je potřeba na

kontakty 1 a 3 přivést napětí ze zdroje. Kontakty 1 a 2, jsou rozhraním „24V“ a „0V“ na PLC.

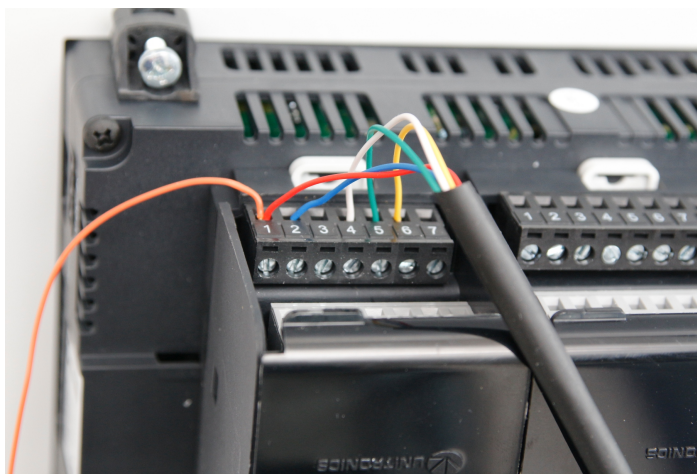
Zapojení výstupu graficky znázorňuje na obrázku (Obrázek 4.8).



Obrázek 4.8 Zapojení výstupů modulu UID-0808T

Připojení je popsáno v tabulce – viz Tabulka 4.2.

Veškeré vstupy nebo výstupy označené „0V“ musí být propojeny, aby nedošlo k poruše, nebo dokonce ke vznícení přístroje.



Obrázek 4.9 Ukázka připojení výstupů na prototypu

#### 4.1.4 Navržený prototyp

Navržený prototyp byl sestaven na základě textu této práce a dokumentace přiložené v příloze. DPS je přišroubována do krabice typu S-box. Vidlice konektoru MIC 336 byla přišroubovaná do stěny S-boxu. Vodiče připájené ke konektoru byly k DPS připojeny pomocí šroubovací svorkovnice typu AKZ120/6. Na víko krabice byl přišroubován motor, který byl natočen tak, aby jeho kabelový výstup mohl být vložen do otvoru ve víku. Do téhož otvoru byl vložen kabel od koncového tlačítka přilepeného na

motoru. Oba kabely byly kvůli snadné rozložitelnosti připojeny přes konektory do DPS. Do víka byly vyvrtány tři otvory, do kterých byly umístěny LED.

#### 4.1.5 Navržený prototyp

Navržený prototyp je sestaven na základě textu této práce dokumentace přiložené v příloze. DPS je přišroubována do krabice typu S-box. Vidlice konektoru MIC 336 je přišroubována do stěny S-boxu. Vodiče připájené ke konektoru byly k DPS připojeny pomocí šroubovací svorkovnice typu AKZ120/6. Na víko krabice je přišroubován motor, který je natočen tak, aby jeho kabelový výstup mohl být vložen do otvoru ve víku. Do téhož otvoru byl vložen kabel od koncového tlačítka, které je přilepeno na motoru. Tyto dva kabely jsou kvůli snadné rozložitelnosti připojeny přes konektory do DPS. Do víka jsou vyvrtány tři otvory, ve kterých jsou LED.



Obrázek 4.10 Prototyp serva

## 4.2 Úloha výtah

Modernizace a vytvoření prototypu výtahu byla zadána jiným studentům Předmětem této práce je návrh periférie PLC tak, aby odpovídala potřebám modelu výtahu. Tato úloha končí prototypem 25-žilového kabelu připraveného k zapojení výtahu, včetně popisu ke kterému pinu je která barva žíly připájena, viz Příloha č. 6.

Rozhraní je na straně PLC řešeno pomocí 26-pinového konektoru od výrobce CONNFLY

Návrh rozhraní je popsáno pomocí tabulky na straně 32 viz Tabulka 3.9 a pomocí blokového schématu na straně 31 viz Obrázek 3.10.

## Závěr

Účelem této práce bylo navrhnout bezpečnější a odolnější řešení popisovaných úloh.

Doposud probíhala cvičení na „holých“ modelech. Propojení bylo řešeno pomocí konektorů do DPS, nebo šroubovacích svorkovnic. Jednotlivé vodiče se vzhledem ke svému slabému průměru a manipulaci občas ukroutily, což vedlo k odstavení modelu do doby vyhledání a odstranění závady. Kromě odstavení modelu mohlo dojít také ke styku studenta s „živou“ částí vodiče. Proto je v rámci modernizace v práci často zmiňováno zapouzďení.

Zapouzďení bylo provedeno na dvou prototypech. Spočívá v umístění DPS serva a PLC, každého do vlastní krabice.

Krabice, ve které je umístěna DPS serva, je osazena rozhraním pro komunikaci s PLC v podobě konektoru MIC336. Na víku je připevněný motor od serva a tři signalizační LED.

PLC je umístěno v krabici, která je z jedné strany osazena pěti komunikačními konektory a napájecím EURO konektorem spolu se síťovým vypínačem na straně druhé. Ve víku krabice je umístěn HMI panel od PLC.

Modernizací a vytvořením prototypu výtahu byli pověřeni jiní. Předmětem této práce bylo navrhnutí periferie PLC tak, aby odpovídala potřebám modelu výtahu. Tato úloha končí prototypem dvaceti pěti žilového kabelu připraveného k zapojení výtahu, a s popisem k jakému pinu je která barva žíly připájena. Viz Příloha č.6

Výstupem práce jsou přílohy, podle kterých je možné dojít ke stejným prototypům, které jsme sestrojily. V tabulkách jsou seznamy součástek se zdroji, ve formě odkazů.

## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Michalík Jan. *Zadání laboratorní úlohy.Popis servo*. Učební text pro výuku KEV/PEM, Plzeň: ZČU, 2011
- [2] Michalík Jan. *Zadání laboratorní úlohy.Popis výtah*. Učební text pro výuku KEV/PEM, Plzeň: ZČU, 2011
- [3] *Omron: Automaty PLC* [online]. [cit. 28.5.2017]. Dostupné z: <https://industrial.omron.cz/cs/products/programmable-logic-controllers>
- [4] *Siemens: Česká republika* [online]. Česká republika © Siemens, s.r.o. 1996-2017 [cit. 28.5.2017]. Dostupné z: <https://www.siemens.com/cz/cz/home.html>
- [5] *Unitronics* [online]. [cit. 28.5.2017]. Dostupné z: <https://unitronicsplc.com/>
- [6] *Schmatchl.: Katalog Unitronics 2017* [online] © COPYRIGHT SCHMACHTL CZ, spol s.r.o. [cit. 28.5.2017]. Dostupné z: [http://www.schmactl.cz/web\\_redir?aparameters=aid\\_nast:4904#/p\\_sf:CENA&p\\_sd:DESC&p\\_p:1](http://www.schmactl.cz/web_redir?aparameters=aid_nast:4904#/p_sf:CENA&p_sd:DESC&p_p:1)
- [7] *Schneider Electric. Our Strategy*. [online]. ©2016, Schneider Electric [cit. 28.5.2017]. Dostupné z: <http://sdreport.schneider-electric.com/en/solutions-customers-overview/>
- [8] *Schneider Electric. Product*. [online]. ©2016, Schneider Electric [cit. 28.5.2017]. Dostupné z: <http://www.schneider-electric.cz/cs/product-category/3900-plc--pac-a-specialni-kontrolery/?filter=business-1-prumyslova-automatizace-a-rizeni>
- [9] *TME CZECH REPUBLIC: Katalog*. [online] TME ©Elektronic Componentrs [cit. 29.5.2017]. Dostupné z: [http://www.tme.eu/cz/katalog/konektory-mikrofonove\\_100378/](http://www.tme.eu/cz/katalog/konektory-mikrofonove_100378/)
- [10] Unitronics, UID-0808R, UID-0808T, UID-1600,UID-0016R, UID-0016T Installation Guide, Uni -I/O™ Modules, Unitronics (1989). DOC27006-B3 08/16



## **Přílohy**

**Příloha č. 1: Technický výkres - krabice pro PLC**

**Příloha č. 2: Technický výkres - krabice pro servo**

**Příloha č. 3 Schéma pro výrobu DPS**

**Příloha č. 4: Seznam komponentů pro modernizaci PLC**

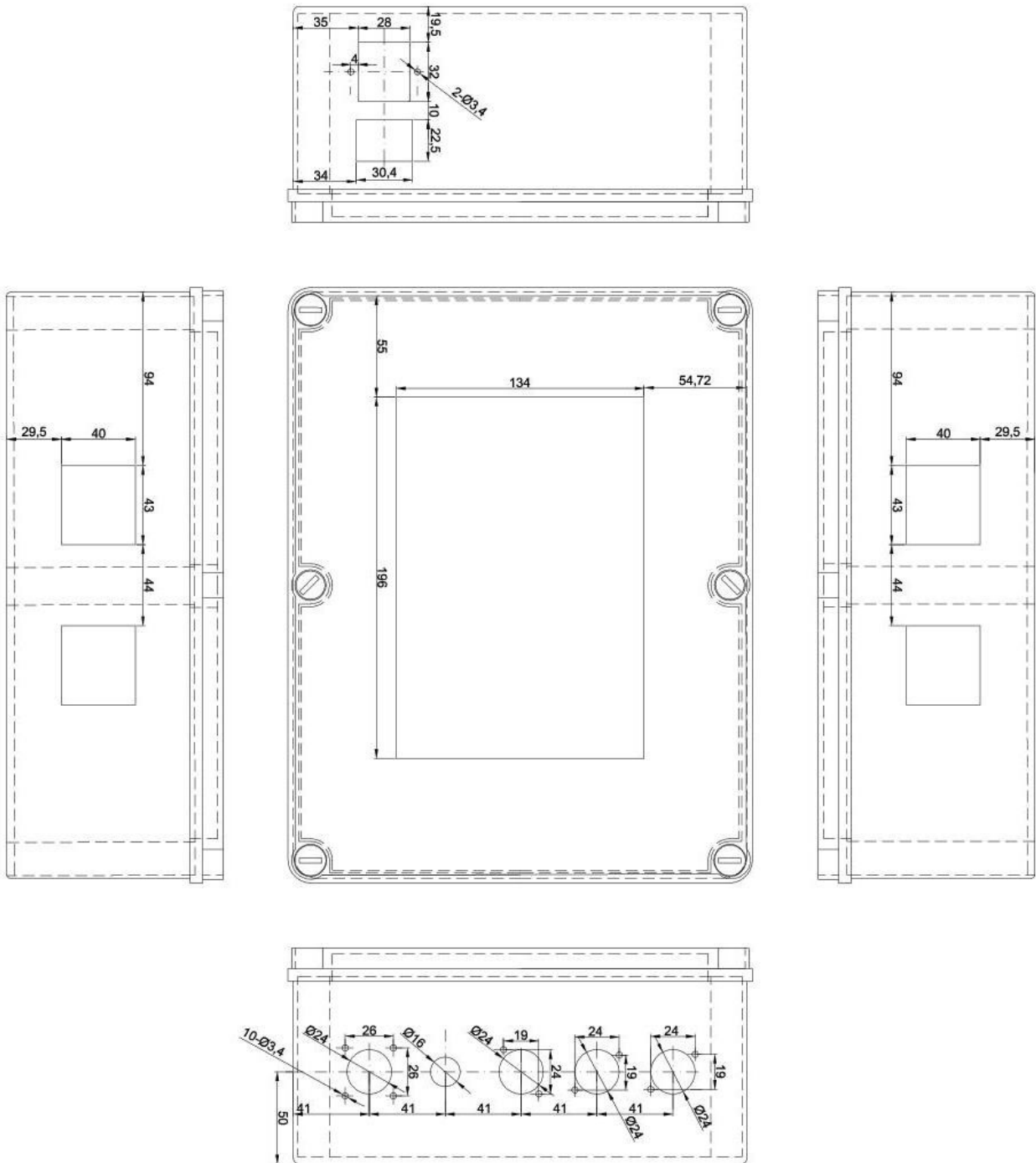
**Příloha č. 5: Seznam součástí pro modernizaci serva**

**Příloha č. 6: Tabulka rozhraní pro výtah**

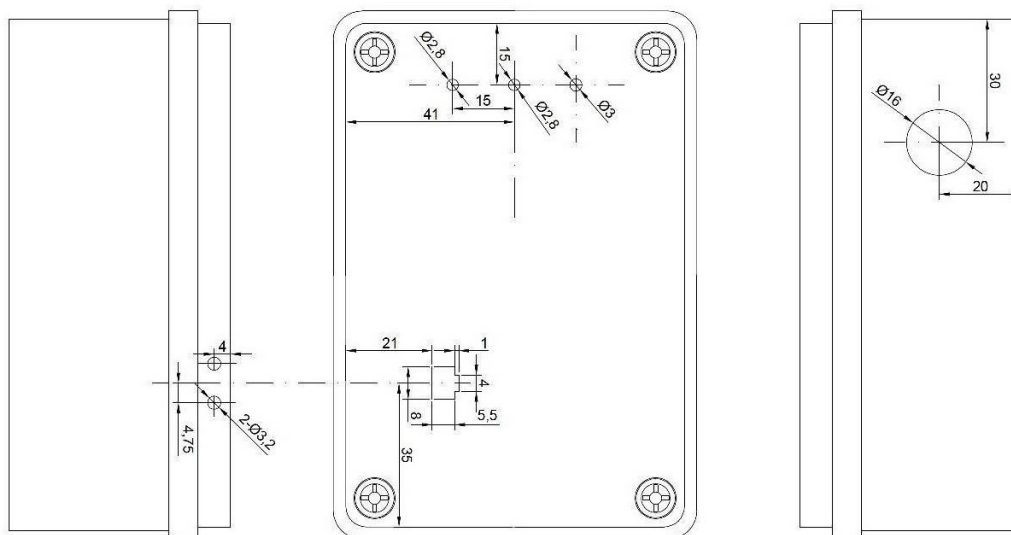
**Příloha č. 7: Tabulka zapojení rozhraní serva**

**Příloha č. 8: Tabulka s polepy na krabice**

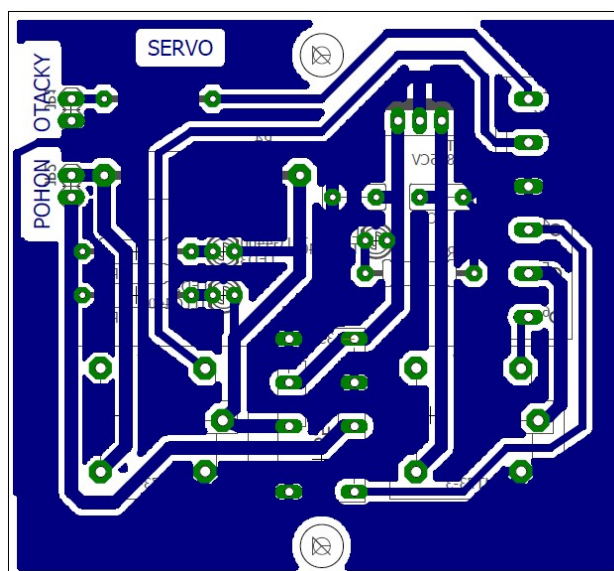
**Příloha č. 1: Technický výkres - krabice pro PLC**



**Příloha č. 2: Technický výkres - krabice pro servo**



**Příloha č. 3 Schéma pro výrobu DPS**



## Příloha č. 4: Seznam komponentů pro modernizaci PLC

SOUPISKA PLC s rozhraním a zapouzdřením:			
Počet či míra	Název/popis	Přesný název/popis	Odkaz
1	Krabice	ABB, Luca, 000 858, 310x240x110	Osobní odběr na prodejně Elfetex v Plzni, nebo na stánkách: <a href="http://eshop.elfetex.cz/plzen">http://eshop.elfetex.cz/plzen</a>
1	Zdroj	Spínaný zdroj MEAN WELL MDR-60-24	GM elektronik
75 mm	DIN-lišta		M.A.T. železářství a domácí potřeby
1	Napájecí síťový eurokonektor	BULGIN PF0001/63	<a href="http://www.tme.eu/cz/details/pf0001_63/iec-60320-connectors/bulgin/">http://www.tme.eu/cz/details/pf0001_63/iec-60320-connectors/bulgin/</a>
1	Pojistka trubičková	POJ 1A 6,3x32	<a href="https://www.gme.cz/pojistka-trubickova-poj-1a-6-3x32">https://www.gme.cz/pojistka-trubickova-poj-1a-6-3x32</a>
1	Vypínač modrý	SCI R13-117B-01-BBL-2D-N-2	<a href="http://www.tme.eu/cz/details/rs13117bbbl2n2/prepinace-rocker/sci/r13-117b-01-bbl-2d-n-2/">http://www.tme.eu/cz/details/rs13117bbbl2n2/prepinace-rocker/sci/r13-117b-01-bbl-2d-n-2/</a>
2 m	Konektor do stěny pro výtah - pin 19 + zem	CONNFLY DS1110-07-26LYP	<a href="http://www.tme.eu/cz/details/ds1110-07-26lyp/konektory-prumyslove-ruzne/connfly/">http://www.tme.eu/cz/details/ds1110-07-26lyp/konektory-prumyslove-ruzne/connfly/</a>
1	Spojka do stěny - RJ45 z obou stran	CLIFF CP30222X	<a href="http://www.tme.eu/cz/katalog/#search=cliff_rj45&amp;cleanParameters=1">http://www.tme.eu/cz/katalog/#search=cliff_rj45&amp;cleanParameters=1</a>
1	Spojka do stěny - samci USB-B (uvnitř), USB-A (vně)	CLIFF CP30209N	<a href="http://www.tme.eu/cz/details/cp30209n/konektory-usb-a-ieee1394/cliff/">http://www.tme.eu/cz/details/cp30209n/konektory-usb-a-ieee1394/cliff/</a>
1	Podložky	CLIFF CP30207NX	<a href="http://www.tme.eu/cz/details/cp30207nx/konektory-usb-a-ieee1394/cliff/">http://www.tme.eu/cz/details/cp30207nx/konektory-usb-a-ieee1394/cliff/</a>
2	Mřížka	Haco 150 x 60 mm	M.A.T. železářství a domácí potřeby
15	Matky	M3	
15	Šrouby	M3x10	
10	Podložky	M3 či M4	
8	Fastony na drátky	6,3x0,8	GM elektronik
1	Konektor do stěny pro servo	MIC336	
2	Teplem smršťovací dutinky (smršťovačky)	průměr 1 a 5 mm	
3m	Kabely uvnitř krabičky:	LIYY 4x0,19	
1	Propojovací RJ45	50 cm	
1	Propojovací USB A-B (tiskárnový se zalomeným USB-B)	50 cm	<a href="http://www.tme.eu/cz/details/usb-ab90_0.5bk/kabely-a-adaptery-usb/goobay/93016/">http://www.tme.eu/cz/details/usb-ab90_0.5bk/kabely-a-adaptery-usb/goobay/93016/</a>
1	Samci z USB-A do mini USB-B	30 cm	<a href="https://www.czc.cz/gembird-usb-a-mini-5pm-2-0-30cm-hq-zlacene-kontakty/94415/produkt">https://www.czc.cz/gembird-usb-a-mini-5pm-2-0-30cm-hq-zlacene-kontakty/94415/produkt</a>
1	PLC - CPU	U-USP-070-B10	Schmachtl - český distributor PLC od společnosti Unitronic
1	PLC - HMI	U-USC-P-B10	
1	PLC - I/O moduly	UIS-WCB2	
1		UID-0808T	
2 m	Kabel napájecí síťový	úhlový/T3 přímý	<a href="https://www.gme.cz/kabel-napajeci-sitovy-2m-uhlovy-t3-primy">https://www.gme.cz/kabel-napajeci-sitovy-2m-uhlovy-t3-primy</a>
2 m	Propojovací k servu	LIYY 8x0,19	<a href="https://www.gme.cz/liyy-8x0-19-bal">https://www.gme.cz/liyy-8x0-19-bal</a>
2 m	Propojovací k výtahu	LIYCY 25X0.14	<a href="https://www.gme.cz/kabel-liycy-25x0-14">https://www.gme.cz/kabel-liycy-25x0-14</a>
1,2 m	Propojovací k PC	Tiskárnový	GM elektronik

## Příloha č. 5: Seznam součástek pro modernizaci serva

SOUPISKA PRO SERVO			
Počet	Název/popis	Přesný název	Odkaz na distributora
2	Relé spínací	RELE NT73-3 CS10 DC24V 0.36	<a href="https://www.gme.cz/rele-nt73-3-cs10-dc24v-0-36#product-detail">https://www.gme.cz/rele-nt73-3-cs10-dc24v-0-36#product-detail</a>
1	Relé přepínací	RELEG5V2-24T	<a href="https://www.gme.cz/releg5v2-24t">https://www.gme.cz/releg5v2-24t</a>
1	7805	Stabilizátor pevného napětí STMicroelectronics 7805CV-STM	<a href="https://www.gme.cz/stabilizator-pevneho-napeti-st-microelectronics-thomson-7805cv-stm">https://www.gme.cz/stabilizator-pevneho-napeti-st-microelectronics-thomson-7805cv-stm</a>
1	Chladič na stabilizátor	DO3	<a href="https://www.gme.cz/do3">https://www.gme.cz/do3</a>
1	Šroubek s matkou na chladič	Průměr tři milimetry	M.A.T. železářství a domácí potřeby
1	C 100n	CKS1206 100n/50V X7R 10% HITANO	<a href="https://www.gme.cz/cks1206-100n-50v-x7r-10-hitano">https://www.gme.cz/cks1206-100n-50v-x7r-10-hitano</a>
1	C 330n	CKS1206 330n/50V Y5V 20% HITANO	<a href="https://www.gme.cz/cks1206-330n-50v-y5v-20-hitano">https://www.gme.cz/cks1206-330n-50v-y5v-20-hitano</a>
1	Led zelená	LED 3MM GREEN 12,6/60° LTL4231N	<a href="https://www.gme.cz/led-3mm-green-12-6-60-ltl4231n">https://www.gme.cz/led-3mm-green-12-6-60-ltl4231n</a>
1	Oranžová LED	LED 3MM ORANGE 20/60° L-934ED	<a href="https://www.gme.cz/led-3mm-orange-20-60-l-934ed">https://www.gme.cz/led-3mm-orange-20-60-l-934ed</a>
1	Žlutá LED	LED 3MM YELLOW 2,2/60° HLMP-1401	<a href="https://www.gme.cz/led-3mm-yellow-2-2-60-hlmp-1401">https://www.gme.cz/led-3mm-yellow-2-2-60-hlmp-1401</a>
3	R k LED	R0603 470R 1% YAGEO	<a href="https://www.gme.cz/r0603-470r-1-yageo">https://www.gme.cz/r0603-470r-1-yageo</a>
1	R na rychlost	RM 30R 0207 0,6W 1%	<a href="https://www.gme.cz/rm-30r-0207-0-6w-1">https://www.gme.cz/rm-30r-0207-0-6w-1</a>
1	R ke spínači na otáčky	RM 1k2 0309 1W 1%	<a href="https://www.gme.cz/rm-1k2-0309-1w-1">https://www.gme.cz/rm-1k2-0309-1w-1</a>
1	Svorkovnice do DPS	AKZ120/6DS-5.08-V-GREY	<a href="https://www.gme.cz/akz120-6ds-5-08-v-grey">https://www.gme.cz/akz120-6ds-5-08-v-grey</a>
1	Rozhraní na krabice-samice	MIC336	<a href="https://www.gme.cz/mic336">https://www.gme.cz/mic336</a>
2	Rozhraní na krabice-samec	MIC326	<a href="https://www.gme.cz/mic326">https://www.gme.cz/mic326</a>
1	Krabice	S-BOX 216B	<a href="https://www.gme.cz/krabice-ip65-s-box-216b">https://www.gme.cz/krabice-ip65-s-box-216b</a>
2	Vruty pro přichycení DPS	Kompletační šrouby 2,9x13mm	M.A.T. železářství a domácí potřeby
2	Kolíková lišta	2 piny	<a href="https://www.gme.cz/oboustranny-kolik-s1g20-2-54mm-v-13-80mm">https://www.gme.cz/oboustranny-kolik-s1g20-2-54mm-v-13-80mm</a>
2	Konektory na ploché kabely	2 piny	<a href="https://www.gme.cz/">https://www.gme.cz/</a>

**Příloha č. 6: Tabulka rozhraní pro výtah**

Číslo pinu	Barva žíly
2	bílá
3	zeleno-hnědá
4	růžovo-hnědá
5	bílo-modrá
6	hnědá
7	zelená
8	růžovo-bílá
9	červeno-bílá
10	červeno-hnědá
11	červeno-bílá
12	modro-hnědá
13	žlutá
14	bílo-zelená
15	šedo-hnědá
16	bílo-šedá
17	žluto-hnědá
18	žluto-bílá
19	šedivá
20	modro-červená
21	růžovo-šedivá
22	červená
23	modrá
24	růžová
25	fialová
26	černá

**Příloha č. 7: Tabulka zapojení rozhraní serva**

Periferie serva					
Číslo svorky PLC	I/O na PLC	Číslo pinu	Barva žíly	Konektor DPS	Funkce
2	I0	1	černá	P\$1	Koncový spínač (počítání otáček)
4	O2	2	bílá	P\$2	Rychlý chod
2	0 V	3	modrá	P\$3	GND
5	O1	4	zelená	P\$4	Reverzace
1	24 V	5	červená	P\$5	+ 24 V
6	O0	6	žlutá	P\$6	Spínání serva

**Příloha č. 8: Tabulka s polepy na krabice**

Polepy	
Servo	
Zelená LED	POHON
Žlutá LED	VPRAVO
Oranžová LED	VLEVO
Výtah	
CONNFLY	VÝTAH
MIC338	SERVO
RJ45	Ethernet
USB-A	Host ports
USB-B	DEVICE