

# **Model výrobní linky řízený programovatelným automatem**

The model of production system controlled by programmable logic  
controller

Bc. Tomáš Hrazdil

---

Diplomová práce  
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
Ústav aplikované informatiky  
akademický rok: 2007/2008

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tomáš HRAZDIL**  
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Model výrobní linky řízený programovatelným  
automatem**

Zásady pro vypracování:

1. Zprovozněte model linky k plnění lahví.
2. Vytvořte program, dle pokynů vedoucího, který bude celou linku řídit.
3. Vizualizujte plnicí linku v některém ze SCADA/HMI produktů
4. Vytvořte podrobný popis linky využitelný v pedagogickém procesu.
5. Vytvořte sadu vzorových zadání a následně programů s rostoucí obtížností tak, aby jich bylo možno využít ve výuce předmětu Programovatelné automaty.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení programovatelnými automaty, Vydavatelství ČVUT, Praha, 1998.**
2. **Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení programovatelnými automaty II, Vydavatelství ČVUT, Praha, 2000.**
3. **Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení programovatelnými automaty III, Vydavatelství ČVUT, Praha, 2003.**
4. **Šmejkal, L., Martinásková, M.: PLC a automatizace, Nakladatelství BEN – technická literatura, Praha, 1999.**
5. **Firemní literatura k produktům FESTO.**
6. **Firemní literatura k vybranému SCADA/HMI software.**

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Tomáš Sysala, Ph.D.**

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání diplomové práce:

**20. února 2008**

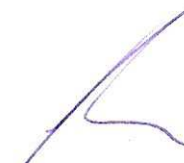
Termín odevzdání diplomové práce:

**19. května 2008**

Ve Zlíně dne 20. února 2008



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*děkan*



doc. Ing. Ivan Zelinka, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Cílem této diplomové práce je zapojení a zprovoznění modelu výrobní linky v laboratoři PLC. Vytvoření detailního popisu součástí, z kterých se výrobní linka skládá, a kterými vstupy a výstupy jsou tyto součásti ovládané. Dalším úkolem je naprogramovat dodaný automat tak, aby linku řídil. Navrhnout a vytvořit samostatné úlohy pro studenty, které budou využitelné ve výuce předmětu Programovatelné automaty. Posledním úkolem je vizualizace linky v libovolném HMI/SCADA prostředí – Control Web 2000. Práce se dále zabývá stručným popisem prostředí Step 7 a možnostmi, které tato aplikace nabízí.

**Klíčová slova:** PLC, Siemens, Festo, SIMATIC, S7, 313C, MPI, MPS, Bottling, Plnička, STEP 7, ControlWeb.

## **ABSTRACT**

The aim of this thesis is to engage and start up the model of production system in the laboratory PLC and create a detailed description of the components consisted in the production system. The next task of this thesis is to find out the addresses (inputs and outputs) which are controlling the line by programmable logic controller. Another challenge is to make program for PLC to control the production system, propose and create the individual works for the students that will be useful in the subject Programmable logic controllers. The final task is to visualize the production line in any HMI/SCADA environment – ControlWeb 2000. The thesis is also deal with the brief description of the Step 7 and is deal with the functions which are in this application.

**Keywords:** PLC, Siemens, Festo, SIMATIC, S7, 313C, MPI, MPS, Bottling, Filling station, STEP 7, ControlWeb.

Děkuji panu Ing. Tomáši Sysalovi Ph.D. za příkladné vedení mé práce a poskytnutí cenných rad a spousty materiálů použitých k tvorbě této práce.

Dále děkuji panu Ing. Pavlu Navrátilovi Ph.D. za poskytnutí jeho podkladů ze Siemens Summer School.

V neposlední řadě děkuji panu Ing. Jaroslavu Jetebovi za názorné předvedení a vysvětlení postupu při programování PLC SIMATIC S7.

A nakonec děkuji své přítelkyni a rodině za jejich nezištnou pomoc a trpělivost.

Prohlašuji, že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků, je-li to uvolněno na základě licenční smlouvy, budu uveden jako spoluautor.

Ve Zlíně dne 1. září 2008

.....  
Podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 POPIS PLNICÍ LINKY</b> .....	<b>11</b>
1.1 FUNKCE PLNICÍ LINKY .....	12
1.2 SOUČÁSTI PLNICÍ LINKY.....	13
1.2.1 Dotykový panel Festo FED-120-COL-SA (Exor eTop 11).....	14
1.2.1.1 Popis panelu.....	14
1.2.2 Pásové dopravníky a světelné závory.....	16
1.2.2.1 Popis dopravníků (4M31, 4M32).....	17
1.2.2.2 Světelné závory (4B4, 4B5, 4B6) .....	17
1.2.2.3 Infračervené přijímače a vysílače (4PA_BUSY, IP_N_FO, 4PA_FREE) .....	17
1.2.3 Hlavní nádrž (B401).....	18
1.2.3.1 Popis hlavní nádrže.....	19
1.2.3.2 Plovákový senzor (4B11).....	19
1.2.3.3 Snímače výšky hladiny hlavní nádrže (4B2, 4B3)[6-10].....	19
1.2.3.4 Systém spojek, trubek a hadic.....	20
1.2.4 Propojovací terminál .....	21
1.2.4.1 Digitální I/O terminál (XMA2).....	22
1.2.4.2 Analogový I/O terminál (XMA3) .....	23
1.2.4.3 Komparátor (4A1).....	23
1.2.4.4 Ovladač motorů (4A4) .....	24
1.2.4.5 Můstek pro změnu analogových výstupů na digitální (4X4).....	24
1.2.4.6 Měřicí převodníky.....	25
1.2.4.7 Ochranný obvod proti přetečení nádrží (4K10) .....	25
1.2.4.8 Proudové omezovače (4A2,4A3).....	26
1.2.5 Plovákový senzor dávkovací nádrže (4B10).....	26
1.2.6 Ultrazvukový snímač hladiny (4B1) .....	27
1.2.7 Dávkovací nádrž (B402) .....	28
1.2.8 Elektromagnetický ventil (V403).....	29
1.2.8.1 Další ventily na lince .....	29
1.2.9 Čerpadlo (P401) .....	30
1.2.10 Pneumatický oddělovač (4M4) .....	31
1.2.11 Počáteční vzduchový regulátor s filtrací .....	32
<b>2 POPIS PLC BOARDU SIMATIC S7 313C</b> .....	<b>33</b>
2.1 PLC BOARD .....	34
2.1.1 Popis PLC Boardu .....	34
2.2 PLC SIEMENS SIMATIC S7-313C.....	35
2.2.1 Popis automatu .....	37
2.2.2 Reset automatu, vymazání paměti.....	39
2.2.3 Komunikační možnosti SIMATIC S7-300 .....	40
2.2.3.1 Rozhraní MPI.....	40

2.3	PROGRAMOVACÍ PC USB ADAPTÉR .....	40
2.3.1	Popis adaptéru .....	41
2.3.2	HW/SW požadavky .....	41
2.3.3	Popis dodaného HW .....	41
2.3.4	Práce s PC USB adaptérem .....	42
2.3.4.1	Konfigurace rozhraní .....	43
2.3.4.2	Připojení k síti MPI/DP .....	43
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>45</b>
<b>3</b>	<b>ZPROVOZNĚNÍ A ZAPOJENÍ LINKY .....</b>	<b>46</b>
3.1	PROPOJENÍ PLNICÍ LINKY A PLC BOARDU .....	46
3.2	NAHRÁVÁNÍ ORIGINÁLNÍHO PROGRAMU DO PLC A OVLÁDACÍHO PANELU .....	51
3.2.1	Nahrávání programu do PLC .....	51
3.2.2	Nahrávání programu do ovládacího panelu .....	52
<b>4</b>	<b>VYTVOŘENÉ VLASTNÍ PROGRAMY PRO OVLÁDÁNÍ PLNICÍ LINKY .....</b>	<b>53</b>
4.1	OVLÁDÁNÍ PLNICÍ LINKY VARIANTA Č.1 .....	53
4.1.1	Symbolická pojmenování proměnných .....	54
4.1.2	Vlastní program .....	54
4.2	OVLÁDÁNÍ PLNICÍ LINKY VARIANTA Č.2 .....	57
4.2.1	Symbolická pojmenování proměnných .....	57
4.2.2	Vlastní program .....	57
4.3	OVLÁDÁNÍ PLNICÍ LINKY VARIANTA Č.3 .....	60
4.4	OVLÁDÁNÍ PLNICÍ LINKY VARIANTA Č.4 .....	61
4.4.1	Symbolická pojmenování proměnných .....	61
4.4.2	Vlastní program .....	61
4.5	OVLÁDÁNÍ PLNICÍ LINKY VARIANTA Č.5 .....	65
4.5.1	Symbolická pojmenování proměnných .....	66
4.5.2	Vlastní program .....	66
4.6	OVLÁDÁNÍ PLNICÍ LINKY VARIANTA Č.6 .....	68
<b>5</b>	<b>ZADÁNÍ PRO STUDENTY .....</b>	<b>69</b>
5.1	ÚKOL Č.1 – JEDNODUCHÉ OVLÁDÁNÍ PÁSU .....	69
5.2	ÚKOL Č.2 – SLOŽITĚJŠÍ OVLÁDÁNÍ PÁSU .....	69
5.3	ÚKOL Č.3 – OVLÁDÁNÍ PÁSU A VENTILU .....	69
5.4	ÚKOL Č.4 – OVLÁDÁNÍ ČERPADLA .....	69
5.5	ÚKOL Č.5 – OVLÁDÁNÍ ČERPADLA 2 .....	69
<b>6</b>	<b>ŘEŠENÍ ZADANÝCH PŘÍKLADŮ .....</b>	<b>70</b>

---

6.1	ÚKOL Č.1 – JEDNODUCHÉ OVLÁDÁNÍ PÁSU.....	70
6.2	ÚKOL Č.2 – SLOŽITĚJŠÍ OVLÁDÁNÍ PÁSU.....	71
6.3	ÚKOL Č.3 – OVLÁDÁNÍ PÁSU A VENTILU.....	72
6.4	ÚKOL Č.4 – OVLÁDÁNÍ ČERPADLA .....	73
6.5	ÚKOL Č.5 – OVLÁDÁNÍ ČERPADLA 2.....	74
<b>7</b>	<b>CONTROLWEB 2000 .....</b>	<b>75</b>
7.1	VIZUALIZACE LINKY .....	75
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>78</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>80</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>84</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>85</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>87</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>88</b>



## ÚVOD

Bez automatizace se dnešní moderní svět neobejde. Pokud se dobře rozhlédneme, tak najdeme nějaký typ automatu takřka všude kolem nás, stačí se podívat například do koupelny, kde je automatická pračka, do kuchyně, kde je umístěna myčka na nádobí a v neposlední řadě stačí nahlédnout například do útrob moderního osobního automobilu, kde najdeme rovnou několik různých automatů.

Prvním impulzem k rozšíření automatů a automatizace jako takové, byla snaha uspořít náklady ve výrobním průmyslu, kde se začaly automaty nasazovat jako první. Dělo se to tak i proto, že průmyslové automaty (PLC) jsou mnohem spolehlivější než počítače, jejichž možnosti jsou naopak o mnoho větší.

Tímto se dostáváme k hlavnímu tématu této diplomové práce a tím je řízení modelu výrobní linky programovatelným automatem. Pomocí modelu výrobní linky se mohou studenti naučit a samostatně si vyzkoušet, jak takové nasazení automatizované výroby probíhá, jak ošetřit havarijní stavy, jak celou výrobní linku zprovoznit a naprogramovat. Proto byl Fakultou Aplikované Informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně zakoupen model plnicí linky, kde studenti tyto možnosti mají.

Tato diplomová práce si klade za cíl popsat charakteristiky jednotlivých komponent, z kterých je plnicí linka sestavena, vytvořit návod, jak tuto linku zprovoznit. Dalšími cíly jsou seznámení uživatele se základy programování automatů SIMATIC v prostředí Step 7, naprogramování několika variant ovládacích programů a vytvoření úloh pro samostatnou práci studentů. Posledním cílem bylo vizualizovat celou linku pomocí aplikace ControlWeb.

## I. TEORETICKÁ ČÁST

## 1 POPIS PLNICÍ LINKY

Festo Didactic jsou výukové systémy, které slouží pro výuku automatizace procesů a technologií. Tyto systémy jsou zaměřeny na různé výukové a odborné požadavky. Systémy a stanice modulárního výrobního systému pro automatizaci procesů (MPS®PA) usnadňují odborné a další vzdělávání v souladu s průmyslovou praxí.



*Obrázek 1 – Festo MPS®PA Bottling Station*

Hardware se skládá z didakticky připravených průmyslových komponent. Plnicí linka poskytuje vhodný systém, přičemž tyto klíčové kvalifikace mohou být vyučovány

v prakticky orientované formě. Dále umožňuje také učit a zlepšovat dovednosti, jako jsou schopnost pracovat v týmu, ochota spolupracovat a organizační schopnosti.

Souběžně je možné trénovat schopnosti uplatnitelné v praxi při odborné přípravě projektů, které zahrnují: Plánování, montáž, programování, provoz, kontrolu, optimalizace kontrolních parametrů, údržbu a odhalování chyb [6-1].

Ke stanici je dodán PLC Board osazený automatem podle přání zákazníka. V našem případě byl osazen automat Siemens SIMATIC S7 313C, jehož podrobný popis je uveden v následující kapitole a v příloze.

V následující tabulce jsou uvedena některá technická data plnicí linky. V dalších podkapitolách budou rozepsány stručné charakteristiky jednotlivých součástí, podrobnější informace o součástkách a jejich technické parametry jsou uvedeny v příloze.

<b>Parametr</b>	<b>Hodnota</b>
Maximální provozní tlak v potrubí	0,5 baru (50 kPa)
Napájecí zdroj pro stanici	24 V DC/4,5 A
Základní profilová deska	70x70x3,2 cm
Průtok čerpadla	0 – 6 l/min.
Objem dávkovací nádrže	max. 3 l
Objem hlavní nádrže	max. 10 l
Flexibilní potrubní systém	DN15 (průměr 15 mm)
Počet digitálních vstupů	8
Počet digitálních výstupů	6
Počet analogových vstupů	1
Počet analogových výstupů	1 (2)
Rozsah signálu pro ovládání čerpadla	(0 – 24 V)
Rozsah měření hladiny akustického čidla	rozsah 500 – 150 mm 0 – 10 V DC

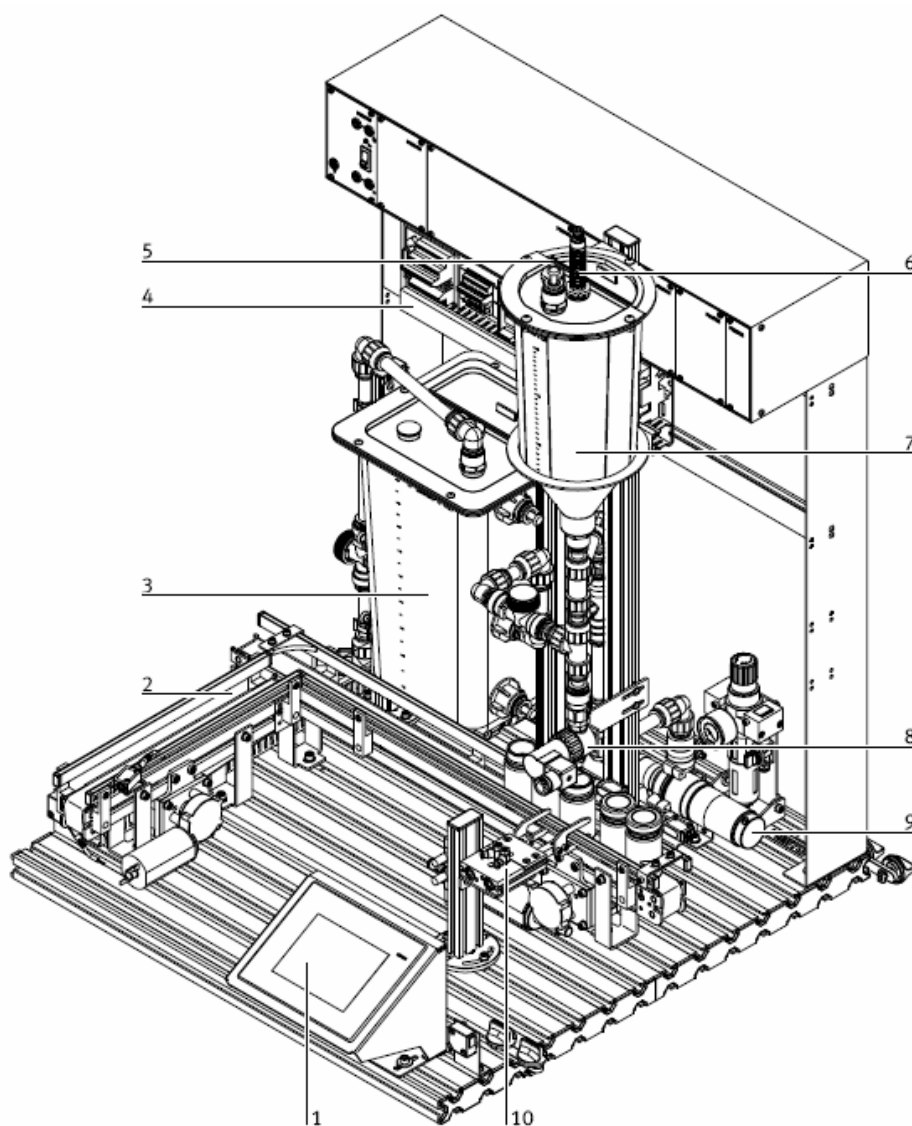
*Tabulka 1 – Technická data plnicí linky [6-1]*

## **1.1 Funkce plnicí linky**

Plnicí linka kombinuje uzavřenou smyčku kontrolního systému s digitálními a analogovými snímači a akčními členy. Řízení linky obstarává PLC v součinnosti

s uzavřenou smyčkou regulátoru. Na začátek linky jsou vkládány prázdné lahvičky, které jsou dopravníky přepraveny do plnicího místa. Po vybrání příslušného receptu a počtu lahviček, které mají být naplněny, jsou lahvičky naplněny kapalinou z dávkovací nádrže, nebo je možné plnit libovolný počet lahviček kontinuálně. Kontrola konstantního objemu plnění lahviček probíhá pomocí vestavěného PID regulátoru.

## 1.2 Součásti plnicí linky



Obrázek 2 – Celkový pohled na plnicí linku [6-1]

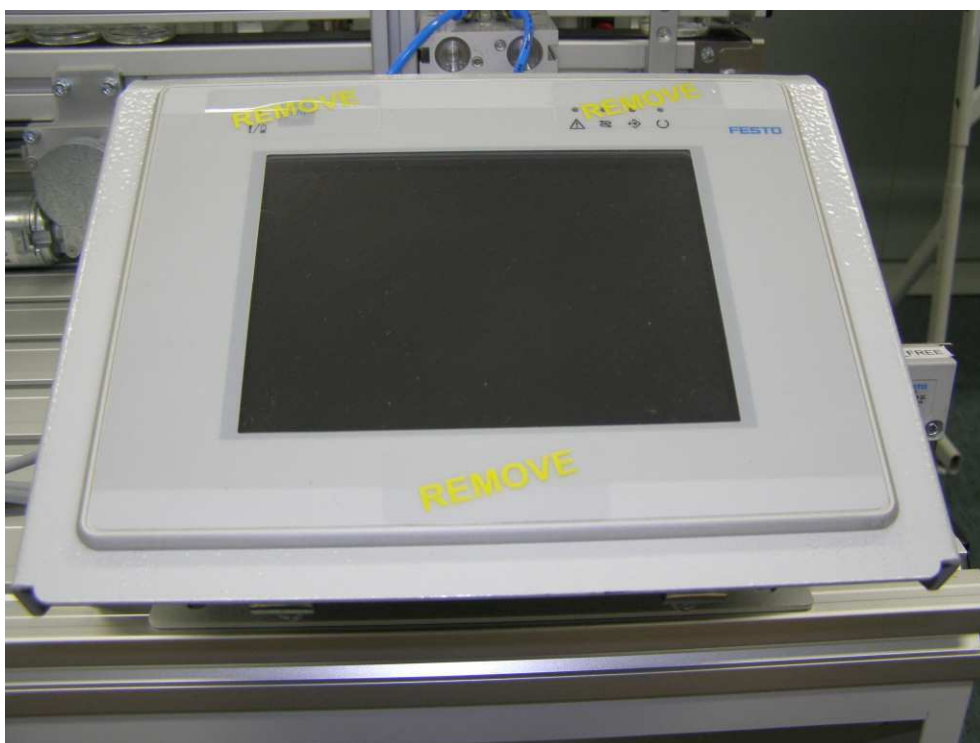
O každé součástce jsou dále uvedeny stručné technické informace, čísla součástí na obrázku odpovídají číslování třetí úrovně kapitol. Podrobnější informace a technická data jsou obsažena v příloze.

### 1.2.1 Dotykový panel Festo FED-120-COL-SA (Exor eTop 11)

Jedna z prvních věcí, která na plnicí lince zaujme, je dotykový panel umístěný v pravé části linky. Pro firmu Festo tento panel vyrábí OEM výrobce Exor pod svým označením eTop 11C.

Tento panel slouží k vizualizaci a kontrole procesu probíhajícího na lince, dále díky němu můžeme probíhající proces ovládat, upravovat receptury, přepínat automatický a manuální mód, popřípadě celý proces zastavit.

#### 1.2.1.1 Popis panelu







Obrázek 3 – Dotykový panel Festo FED-120-COL-SA

Panel obsahuje 5,6“ dotykový displej s rozlišením 320x240 bodů v 16-ti barvách. Tento panel může zobrazit až 16 řádků textu po 40-ti znacích. Dále je v panelu umístěna záložní baterie pro zálohu dat, konkrétně tedy data, času, historie událostí a receptů [6-2].

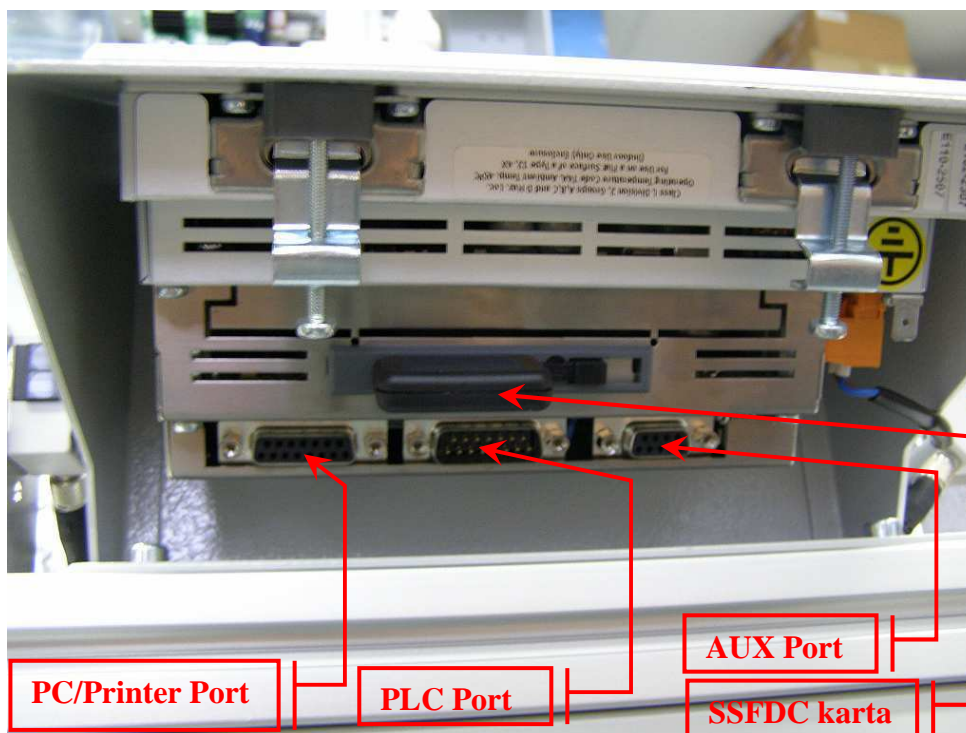
V horní části panelu jsou umístěny diody, které informují uživatele o stavu panelu a stavu komunikace s PLC/PC.

Popis jednotlivých stavů diod je uveden v následující tabulce.

LED		Stav	Význam
Jméno/Symbol	Barva		
Neoznačené (Horní levá)	Červená	Vypnutá	Nedetekována žádná hardwarová chyba
		Blikající	Vybitá baterie
		Svítilí	Chyba hardwaru
	Zelená	Vypnutá	Nebyla stisknuta žádná klávesa
		Zapnutá	Vizuální odezva stisknuté klávesy
	Zelená	Zapnutá	Panel zapisuje data do své interní flash paměti
RUN/ 	Zelená	Vypnutá	Chyba hardwaru
		Zapnutá	Panel je zapnutý
COM/ 	Zelená	Bliká	Chyba komunikace
		Svítilí	Komunikace v pořádku
Alarm/ 	Červená	Vypnutá	Alarm nenastaven
		Bliká	Alarm potřebuje potvrzení
		Svítilí	Alarm je aktivní

Tabulka 2 – Stav panelu indikované LED diodami [6-2]

Ze spodní strany jsou umístěny konektory, které slouží k propojení s okolním světem.



Obrázek 4 – Vstupně/výstupní porty dotykového panelu

PC/Printer port slouží k propojení panelu s počítačem, ke kterému se připojuje pomocí sériového rozhraní RS-232. K tomuto portu je možné připojit i tiskárnu.

PLC port slouží k propojení s některými typy průmyslových automatů, jako například SAIA, Festo, Allen-Bradley, Melsec...

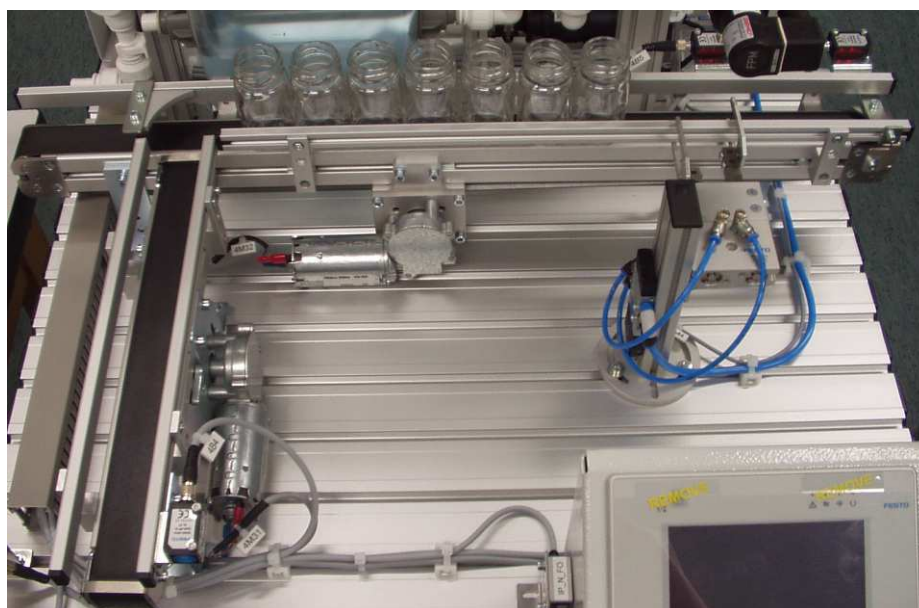
Pomocí AUX portu se připojují další zařízení. Typ komunikace tohoto portu určuje zásuvná karta, která je umístěna uvnitř panelu. V našem případě je zde osazena karta TCM07, která s ovladačem v panelu zajišťuje komunikaci pomocí SIMATIC S7 MPI protokolu a dodaný PLC board s automatem Siemens se připojuje právě sem...

Panel obsahuje slot pro tzv. SSFDC kartu, což je speciální průmyslová paměťová karta, která funguje na stejném principu, jako dnes již téměř nevyužívané paměťové karty SmartMedia do digitálních fotoaparátů. Kapacita této karty je 8MB a je na ni možno uložit projekt, firmware, nebo komunikační driver pro AUX port.

K programování dotykového panelu se používá Software firmy Exor Designer 6, který byl dodán s modelem linky.

### 1.2.2 Pásové dopravníky a světelné závory

Pásové dopravníky slouží k přepravě prázdných lahvíček k plnicímu místu. V modelu jsou umístěny dva dopravníky v pravém úhlu.



Obrázek 5 – Pásové dopravníky



### 1.2.2.1 Popis dopravníků (4M31, 4M32)

Oba pásové dopravníky jsou elektricky spojeny, tudíž se pohybují vždy společně. O pohon každého dopravníku se stará stejnosměrný 24V servomotor, který je trvale připojen k reverzibilnímu šnekovému převodu. Hřídele motoru a převodu jsou umístěny vůči sobě do pravého úhlu. Ovládání motorů se děje pomocí Booleovského výstupu **Q0.2**, čímž se rozběhnou oba motory (**4M31** a **4M32**) pásů současně [6-5].

### 1.2.2.2 Světelné závory (4B4, 4B5, 4B6)

K dopravníkům jsou připevněny tři světelné závory – **4B4 (I0.3)** pro signalizaci přítomnosti lahvičky k naplnění a rozběhnutí pásu. Závora **4B5 (I0.4)** signalizuje přítomnost lahvičky v místě plnění a slouží k zastavení pásu. Poslední závora **4B6 (I0.5)** signalizuje, že naplněná lahvička dosáhla konce linky a je potřeba tuto lahvičku odebrat.



Obrázek 6 – Světelná závora

Použité světelné závory mají přímý výstup světelného paprsku a také testovací vstup.

Typ použitých světelných závor na páse je SOEG-RTH-Q20-PP-S-2L-TI a jejich technická a elektronická data jsou uvedena v [6-6] a [6-25].

### 1.2.2.3 Infračervené přijímače a vysílače (4PA\_BUSY, IP\_N\_FO, 4PA\_FREE)

Plnicí linka je dále doplněna o infračervené přijímače a vysílače, které mají za úkol informovat okolní stanice MPS o stavu plnicí linky. Jsou to: **4PA\_BUSY (Q0.7)**, která informuje ostatní linky, že plnicí linka je zaneprázdněná. Dále **4PA\_FREE (I0.7)**, informující o tom, že linka je připravena. Další je **IP\_N\_FO (Q0.6)**, která signalizuje

předchozí stanici, že je zaneprázdněný pás. Technická data těchto infračervených součástí jsou uvedena v[6-6], [6-26] a [6-27] .



*Obrázek 7 – Infračervený  
přijímač/vysílač*

### 1.2.3 Hlavní nádrž (B401)

V hlavní nádrži je umístěna tekutina, která se po přečerpání do dávkovací nádrže napouští do lahvíček.



*Obrázek 8 – Hlavní nádrž*

### 1.2.3.1 Popis hlavní nádrže

Nádrž může uchovat až 12 l kapaliny. Na horní, spodní a současně bočních stranách nádrže je několik otvorů, z nichž většina je zaslepená. Tyto otvory mohou sloužit k připojení dalších trubek a čidel. Z horní strany je k nádrži přivedeno potrubí s ventilem, pomocí kterého je možné dodávat další kapalinu do soustavy. Při doplňování tekutiny je velmi důležité dbát na to, aby kapalina nepřetekla přes horní okraj nádrže [6-8].

### 1.2.3.2 Plovákový senzor (4B11)

Na levé straně nádrže v horní části je umístěn plovákový senzor (**4B11**), jehož funkcí je zabezpečit, aby čerpadlo (viz. kap 2.1.9) nenačerpalo do nádrže více než 10 l kapaliny, což je operativní kapacita nádrže, a kapalina v nádrži tak nepřetekla přes okraj. Funkce probíhá tak, že při překročení maximální hladiny plovák odstaví čerpadlo od napájení do té doby, dokud hladina v nádrži opět nepoklesne [6-9].

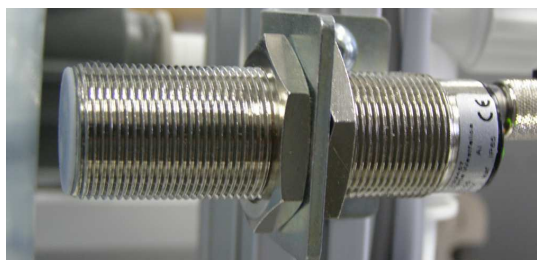


Obrázek 9 – Plovákový senzor [6-9]

V případě, že bude senzor umístěn opačně, budou opačné i jeho vlastnosti, tzn. při nízkém stavu hladiny se spínač rozezne, při vysokém stavu hladiny se spínač sepne.

### 1.2.3.3 Snímače výšky hladiny hlavní nádrže (4B2, 4B3)[6-10]

Na levé straně hlavní nádrže jsou umístěny dva kapacitní senzory (**4B2, 4B3**), které mají za úkol informovat obsluhu o přibližné úrovni hladiny v hlavní nádrži. Pro PLC jsou tyto dvě čidla připojena na vstupy **I0.1** a **I0.2**.

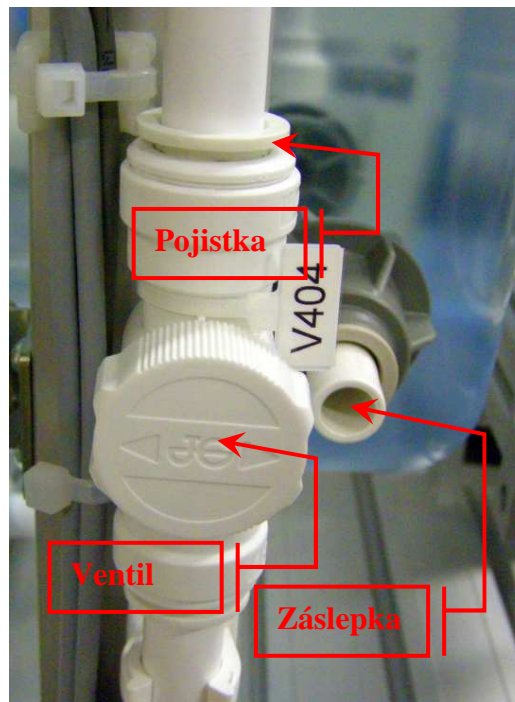


Obrázek 10 – Kapacitní snímač

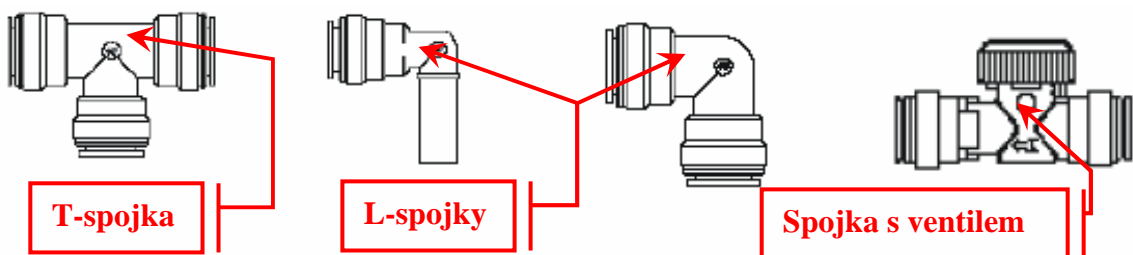
Tato čidla využívají principu změny kapacity kondenzátoru v rezonančním RC obvodu. Žlutá LED dioda signalizuje, že čidlo je sepnuté a zelená LED dioda indikuje připravenost čidla. Citlivost snímače lze upravit šrouby [6-10].

#### 1.2.3.4 Systém spojek, trubek a hadic

Potrubí a spojky používané u MPS stanic vynikají svou rychlostí při montáži, jsou spolehlivé a odolné proti netěsnostem. To zabezpečuje systém „Push-fit“, kde stačí jednotlivé díly a spojky jen zasunout do sebe [6-11].



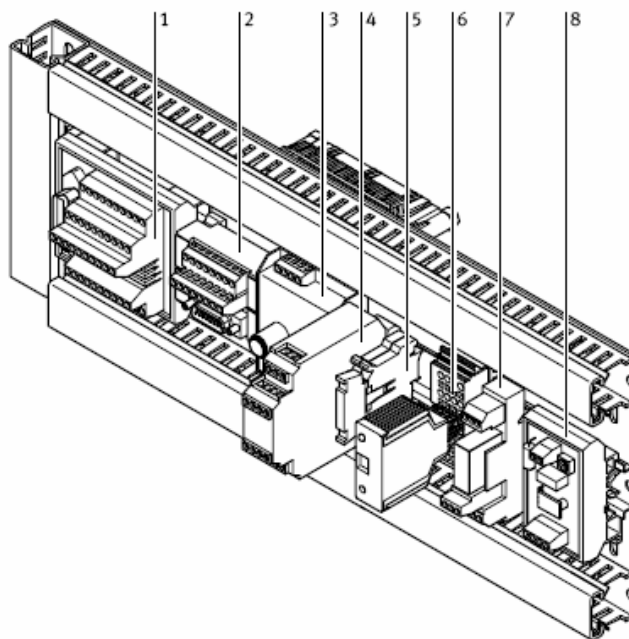
Obrázek 11 – Detail potrubního systému



Obrázek 12 – Možné varianty push-in spojek potrubí [6-11]

### 1.2.4 Propojovací terminál

Propojovací terminál slouží jako rozhraní pro analogové a digitální vstupně-výstupní signály. Všechny analogové signály jsou převedeny na napětí 0 – 10 V, aby mohly být použitelné na analogovém terminálu. Binární vstupy, kterých je maximálně 8 vstupních a 8 výstupních se připojují k I/O terminálu (1). Tímto je zajištěna kompatibilita s EasyPortem, SimuBoxem, EduTrainerem a PLC Boardy [6-1].



Obrázek 13 – Schéma propojovacího terminálu[6-1]

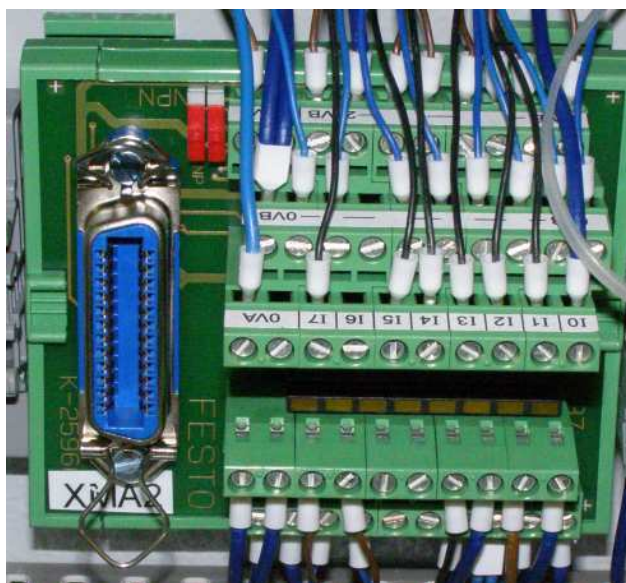
Popis součástí terminálu z obrázku [6-1]:

1. Digitální I/O terminál (Syslink): připojení vstupů, např. snímače výšky hladiny hlavní nádrže a propojení s výstupy, např. ovládání čerpadel.
2. Analogový terminál (Syslink analogový): Analogové připojení pro monitorování skutečné hodnoty  $x$  a manipulaci s proměnnou  $y$ .
3. Komparátor: Aktuální naměřená hodnota může být převedena do digitálního signálu pomocí porovnání naměřené a nastavených hodnot u dvou potenciometrů.
4. Regulátor motorů: Umožňuje analogové ovládání motorů (0 - 10V odpovídá 0 – 24 V)
5. Můstek pro změnu analogových výstupů na digitální.
6. Měřicí převodník: Převede zpracovávané signály do standardizovaných hodnot napětí (0 – 10 V) (Pozn.: U linky, kterou se zabýváme, převodník nebyl instalován)

7. Ochranný obvod proti přetečení nádrží: Hrozí-li že nádrž přeteče, signál z plováků odstaví čerpadlo od napájení.
8. Startovní omezovače proudu: Omezují maximální hodnotu proudu v lince (např. při zahájení současného provozu více motorů)

Jednotlivé zmíněné součásti budou podrobněji popsány v následujících kapitolách a v příloze.

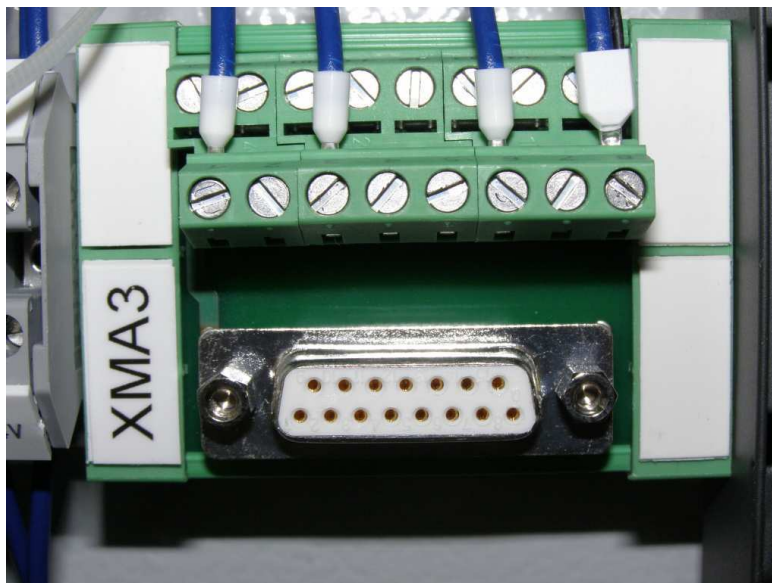
#### 1.2.4.1 Digitální I/O terminál (XMA2)



Obrázek 14 – Digitální I/O terminál

Digitální terminál (**XMA2**) je multifunkční a umožňuje současně ovládat 8 digitálních vstupů a 8 digitálních výstupů vyvedených na šroubovací svorky. Každý vstup nebo výstup má vlastní svítivou LED diodu, která umožňuje kontrolovat jeho stav. Dále terminál může poskytovat napětí pro vstupy a výstupy v rozsahu 0 – 24 V. Všechny ovládané vstupy jsou vyvedeny do jednoho 24-pinového konektoru s rozhraním Centronics. Odtud je terminál pomocí speciálního I/O kabelu propojen s PLC nebo jiným zařízením [6-13].

#### 1.2.4.2 Analogový I/O terminál (XMA3)



Obrázek 15 – Analogový I/O terminál

Analogový terminál (**XMA3**) je svorkovnice vhodná pro připojení analogových snímačů a akčních členů k řídicí jednotce (PLC, EasyPort, Simu-Box, atd.) pomocí 15-pinového D-Sub rozhraní. Takto mohou být propojeny až 4 analogové vstupy a 2 analogové výstupy [6-14].

#### 1.2.4.3 Komparátor (4A1)



Obrázek 16 – Komparátor

Komparátor převádí analogový výstupní signál přes lineární převodní snímač na digitální výstupní signál. K dispozici jsou tři digitální výstupy:

1. Pro naměřené hodnoty nižší než mezní hodnota 1
2. Pro naměřené hodnoty mezi mezními hodnotami 1 a 2
3. Pro naměřené hodnoty vyšší než mezní hodnota 2

Meze jsou nastavitelné pomocí dvou potenciometrů LEVEL1 a LEVEL2. Aktivní digitální výstup je zobrazen pomocí LED diod [6-15].

Komparátor slouží k přibližnému určení výšky hladiny v dávkovací nádrži (**B402**), střední úroveň z komparátoru je přivedena na vstup **I0.0** automatu. Je škoda, že z komparátoru nejsou vyvedeny i ostatní dva výstupy do automatu, který má dostatek volných vstupů, určitě by to rozšířilo možnosti plnicí linky.

#### **1.2.4.4 Ovladač motorů (4A4)**

Tento regulátor umožňuje analogově ovládat dva 24 V DC motory a plynule řídit jejich rychlost. Zajišťuje spolehlivé zapnutí a vypnutí motorů a v odpojeném stavu i jejich dynamické brzdění [6-16].

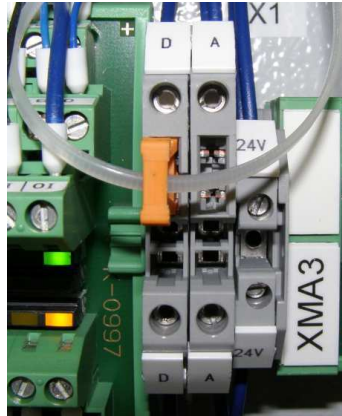


Obrázek 17 – Ovladač motorů

#### **1.2.4.5 Můstek pro změnu analogových výstupů na digitální (4X4)**

Funkce tohoto můstku je jednoduchá, přemístěním propojky je možné některé výstupy ovládat analogově nebo digitálně. V případě plnicí linky se jedná hlavně o čerpadlo kapaliny z hlavní nádrže do dávkovací nádrže, u kterého je možné měnit otáčky pomocí analogového výstupu **PQW752**.





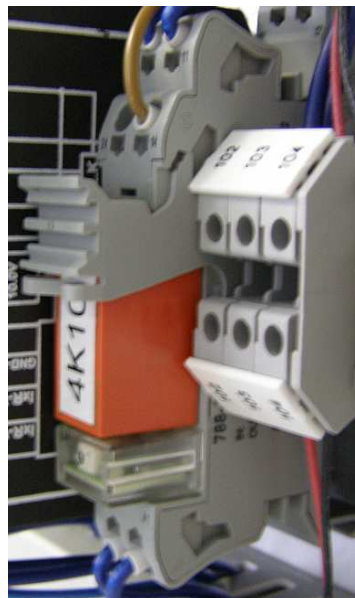
*Obrázek 18 – Můstek pro změnu analogových vstupů na digitální*

#### **1.2.4.6 Měřicí převodníky**

Měřicí převodníky u popisované linky nebyly instalovány.

#### **1.2.4.7 Ochranný obvod proti přetečení nádrží (4K10)**

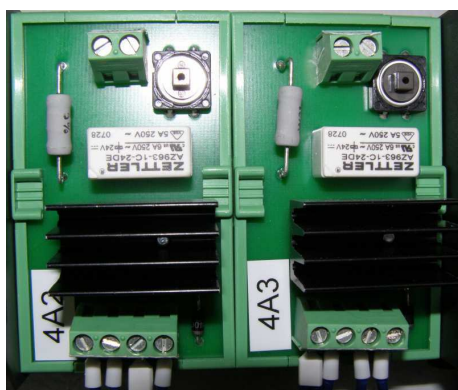
V případě, že hrozí přetečení v některé z nádrží, tento obvod ihned, nezávisle na programu v PLC a stavu plnicí linky, odstaví čerpadlo od dodávky elektrické energie.



*Obrázek 19 – Ochranný obvod proti přetečení nádrží*

#### 1.2.4.8 Proudové omezovače (4A2,4A3)

Proudové omezovače v plnicí lince slouží k tomu, aby nebyl překročen maximální povolený proud linky. V praxi se tento obvod projeví tak, že při současném sepnutí dopravníků (4M31 a 4M32, Q0.2) a čerpadla (4M1, Q0.0) je dobře slyšet, že otáčky čerpadla poklesnou.



Obrázek 20 – Proudové omezovače

#### 1.2.5 Plovákový senzor dávkovací nádrže (4B10)

Tento plovákový senzor je vhodný obzvláště do nádrží s omezeným prostorem. Je určen pouze pro vertikální instalaci. V případě, že hladina měřené kapaliny překročí maximální stanovenou výšku, plovák vystoupí vzhůru a odpojí čerpadlo od zdroje elektrické energie dokud hladina opět neklesne [6-18].



Obrázek 21 – Plovákový senzor  
dávkovací nádrže [6-18]

V případě, že v dávkovací nádrži B402 hrozí přetečení kapaliny, plovákový senzor rozpojí kontakt vedoucí k obvodu 4K10, a tento kontakt odstaví motor čerpadla 4M1 od napájení nezávisle na programu v PLC.

Plovák se dá nakonfigurovat tak, aby byl spínač stále sepnutý dokud nestoupne hladina nad kritickou mez, popřípadě aby byl stále rozepnutý a při překročení kritické meze hladiny se sepnul spínač.

### 1.2.6 Ultrazvukový snímač hladiny (4B1)

Funkční princip tohoto snímače (**4B1, PIW752**) je založen na vysílání ultrazvukových vln a následné detekci odrazů od měřeného objektu.

Doba odrazu ultrazvukového impulsu je vyhodnocována prostřednictvím navazující elektroniky. V určitém spektru je výstupní signál přímo úměrný signálu délky trvání ultrazvukového impulsu [6-19].



Obrázek 22 –  
Ultrazvukový  
senzor

Výstupem z ultrazvukového snímače je analogový signál přivedený na vstup PLC (**PIW752**), který nabývá hodnoty **0 – 27648**, což odpovídá napětí 0 – 10 V. (Čidlo může zobrazovat hodnoty i vyšší než 27648, ale to značí překročení rozsahu.) Díky tomu je možné určit výšku hladiny a popřípadě meze, kdy má automat spínat a vypínat motor čerpadla (**4M1, Q0.0**). Analogový signál ze snímače je dále přiváděn na komparátor, kde je převáděn na digitální signál. Nevýhodou této metody měření je velká kolísavost hodnoty

výstupního signálu v případě, že hladina kapaliny v nádrži není ustálená. Další nevýhodou je menší zpoždění při měření. Teoreticky je možné pomocí tohoto signálu měřit objem kapaliny napouštěné do lahvíček pomocí plnicího ventilu (**4M2, Q0.1**). Bohužel tento způsob měření, jak bude popsáno dále, nelze doporučit.

### 1.2.7 Dávkovací nádrž (B402)

Kulatá nádrž s efektivním obsahem 3 l může být použita pro kapalné i pevné látky. Povrch nádrže je vybaven několika otvory pro připojení přítoků, odtoků a čidel. Nevyužité otvory jsou zaslepeny. V dolní části nádrže je umístěn vypouštěcí otvor [6-20].



Obrázek 23 – Dávkovací  
nádrž

### 1.2.8 Elektromagnetický ventil (V403)



Obrázek 24 – Elektromagnetický ventil

Elektromagnetický ventil (**V403, Q0.1**) umožňuje řízení toku neutrálních plynů, kapalin a par. Ventil je uzavřen pokud na něj není přiveden elektrický proud [6-21].

Elektromagnetický ventil slouží k přesnému dávkování kapaliny do lahvíček. Ovládání probíhá pomocí digitálního výstupu **Q0.1** z automatu.

V případě, že se dávkovací nádrž (**B402**) vyprazdňuje, je potřeba po jejím vyprázdnění otevřít i ventil, aby vytekl zbytek kapaliny i z ventilu a kapalina neznečistila pásy.

#### 1.2.8.1 Další ventily na lince

Kromě elektromagnetického ventilu, který je jako jediný ovládán elektronicky pomocí PLC, je plnicí linka osazena i několika ventily, které jsou ovládané manuálně.

- **V401** – Slouží k odvodu vzduchu při vypouštění kapaliny ze systému.
- **V402** – Slouží k přepouštění kapaliny z dávkovací nádrže (**B402**) do hlavní nádrže (**B401**).
- **V404** – Slouží k regulaci plnění hlavní nádrže.
- **V405** – Slouží k vypuštění veškeré kapaliny z plnicí linky.



Obrázek 25 – Odvzdušňovací a  
přepouštěcí ventil

### 1.2.9 Čerpadlo (P401)



Obrázek 26 – Čerpadlo

Dodané čerpadlo (**P401, Q0.0**) je standardní sací odstředivé čerpadlo, které musí být před použitím zaplaveno přečerpávanou kapalinou. Čerpadlo není možné provozovat na sucho, protože hrozí jeho nevratné poškození, ale krátký provoz na sucho před nasáním kapaliny nevadí. V případě, že čerpadlo bude v provozu déle než 30 minut bez kapaliny, hrozí jeho zničení. Pokud čerpadlo vyčerpá veškerou kapalinu, změní se jeho provozní zvuk.

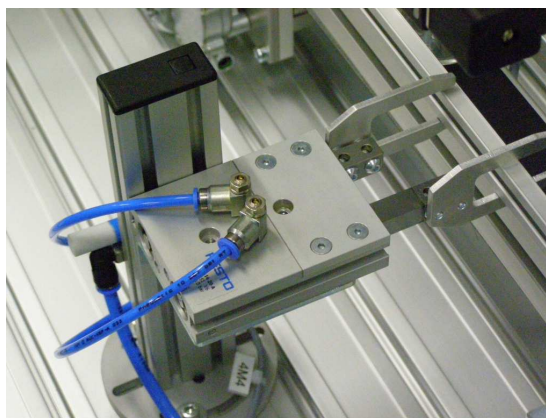
**Upozornění:** Je nutné dbát na to, aby čerpadlo bylo v provozu vždy ve správném směru otáčení.

Čerpadlo je možné ovládat digitálním výstupem **Q0.0** z automatu a zabezpečuje přečerpávání kapaliny z hlavní nádrže (**B401**) do dávkovací nádrže (**B402**). Dále lze čerpadlo ovládat i analogově a řídit tak jeho otáčky. K tomu slouží analogový výstup **PQW752**, na který je nutné uložit požadovanou hodnotu otáček čerpadla. Rozsah hodnot je (**0 – 27648**) což zhruba odpovídá napětí (**0 – 24 V**). I v případě analogového ovládání se čerpadlo spíná pomocí výstupu **Q0.0**.

V případě, že hrozí u některé z obou nádrží přetečení kapaliny přes okraj, zasáhnou plovákové senzory obou nádrží (**4B10, 4B11**) a pomocí obvodu (**4K10**) odstaví čerpadlo od napájení nezávisle na stavu automatu. V případě poklesu hladiny se dodávka elektrické energie pro čerpadlo opět obnoví.

#### 1.2.10 Pneumatický oddělovač (4M4)

Pneumatický oddělovač (**4M4, Q0.3**) slouží k oddělování jednotlivých lahviček v řadě na plnění. Když je oddělovač v logickém stavu „0“ je volný vjezd lahvičky na plnicí místo. Výjezd z plnicího bodu je blokován druhým ramenem oddělovače. V případě přivedení logického signálu „1“ z PLC na oddělovač se vysune první rameno, druhé rameno se zasune a lahvička může opustit plnicí místo. Ostatní lahvičky před plnicím bodem jsou zastaveny do doby než se signál z PLC změní na „0“.



Obrázek 27 – Pneumatický oddělovač

Oddělovač funguje na pneumatickém principu, kdy je do linky dodáván stlačený vzduch a pneumotorem rozváděn do ramen. Ramena není možné vysunout nebo zasunout současně, což je trochu na škodu.

Technická data o pneumatickém oddělovači jsou uvedena v manuálu [6-24], další detaily lze nalézt v [6-1].

### 1.2.11 Počáteční vzduchový regulátor s filtrací

Filtrační regulátor obsahuje měřič tlaku, vypínací ventil. Tento regulátor je namontován na otočném držáku. Filtrační nádoba může být vybavena kovovou ochranou. Připojení hadic se provádí pomocí rychlospojkek a dále pomocí přípojky pro plastová potrubí PUN 6x1.

Filtr s vodním odlučovačem čistí stlačený vzduch od nečistot, rzi, pilin z trubek a kondenzátu. Regulátor tlaku upravuje tlak dodávaného stlačeného vzduchu na stanovený provozní tlak a kompenzuje jeho výkyvy. Šipka na obalu udává směr toku. Filtrační nádoba obsahuje filtrační drén se šroubem. Tlakoměr ukazuje nastavenou hodnotu tlaku. Regulátor je vybaven seřizovacím ventilem, jehož otáčením se dá nastavit požadovaný tlak [6-28].



*Obrázek 28 – Regulační vzduchový ventil s filtrem*



## 2 POPIS PLC BOARDU SIMATIC S7 313C

Ke stanicím MPS je možné dodat několik PLC Boardů, které mohou být osazeny automatem podle přání zákazníka. Lze si zvolit až ze čtyřech značek PLC. Mohou zde být automaty firem Festo, Mitsubishi, Allen Bradley a Siemens.

V našem případě byl dodán PLC Board, ve kterém byl usazen programovatelný automat z produkce německé firmy Siemens: SIMATIC S7-313C.

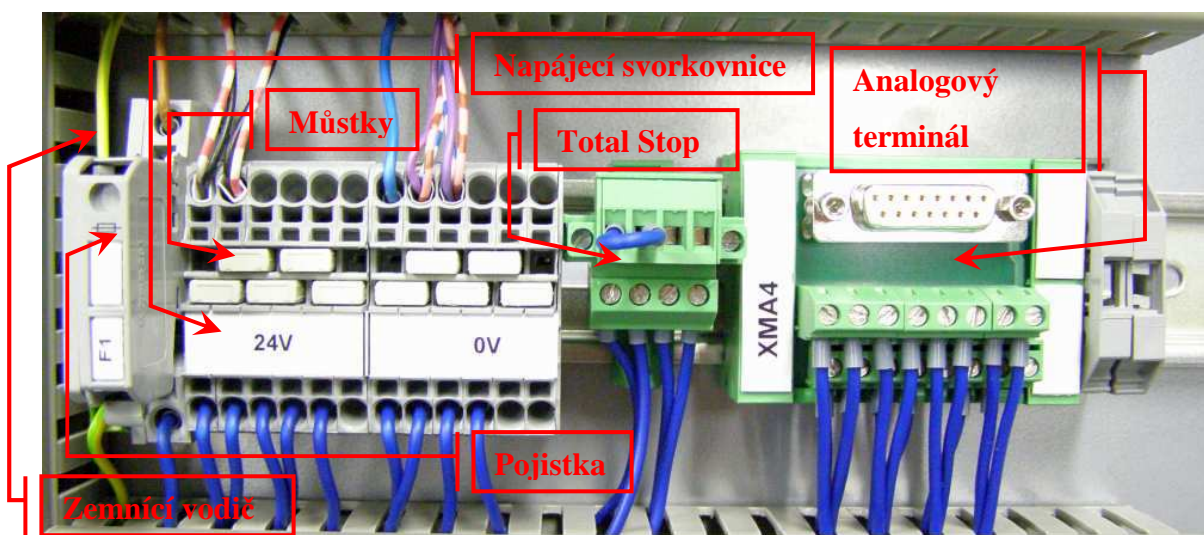


Obrázek 29 – Celkový pohled na PLC board SIMATIC S7-313C

## 2.1 PLC Board

### 2.1.1 Popis PLC Boardu

Samotný PLC board je vytvořen z pevného plechu, na kterém jsou připevněny lišty DIN, v kterých jsou usazeny svorkovnice firmy Wago. Některé ze svorkovnic jsou propojeny můstky. Na levé straně je vidět zelenožlutý vodič, který je připojen k zemi svorkovnici, kterou zastihuje svorkovnice s pojistkou. Dále je zde šest svorkovnic propojené pěti můstky. Tyto svorkovnice dodávají napájecí napětí pro automat a pro některé vstupy a výstupy automatu. Dále je stejně řešená svorkovnice pro nulové napětí. Další svorkovnice obsahuje drátovou propojku, kterou je možné odstranit a osadit ji tlačítkem „Total Stop“. Poslední svorkovnice obsahuje 15-ti pinový konektor D-Sub do kterého jsou vyvedeny analogové vstupy a výstupy automatu.



Obrázek 30 – Svorkovnice PLC Boardu



Obrázek 31 – Napájecí a komunikační konektory PLC Boardu

Napájení PLC Boardu je vytvořeno pomocí třech vodičů ukončených „banánky“, které se připojují přímo ke stanici. Je zde vodič vedoucí kladné napětí o výši 24 V, nulový vodič a také zemnicí vodič.

Digitální vstupy a výstupy jsou všechny svedeny do dvou 24-žilových kabelů, které jsou ukončeny 24-pinovými konektory Centronics. Jedná se o sběrnici SysLink (IEEE488). Označení těchto konektorů je XMA2 a XMG1. V našem případě je využit pouze konektor XMA2, který se připojuje do XMA2 zásuvky na I/O terminálu stanice. Konektor XMG1 bývá využit jinými stanicemi MPS pro připojení kontrolní konzole.



*Obrázek 32 – Kabel pro analogové I/O*

Analogové vstupy a výstupy jsou z automatu svedeny do 15-ti pinové zásuvky D-Sub, odkud jsou pomocí zvláštního kabelu propojeny s D-SUB konektorem na analogovém terminálu stanice.

## **2.2 PLC Siemens SIMATIC S7-313C**

Firma Siemens je bezesporu jeden z nejvýznamnějších leaderů na trhu automatizační techniky. Jeho programovatelné automaty SIMATIC si oblíbila řada významných zákazníků, jmenovat lze například automobilku Škoda-Auto v Mladé Boleslavi.

Automaty z rodiny S7-300 jsou nejprodávanější řadou z celé produkce SIMATIC. Je to hlavně díky globálním zkušenostem a servisních službách výrobce. V neposlední řadě také hraje prim kvalita výrobků.

SIMATIC S7-300 poskytuje univerzální automatizační platformu pro systémová řešení s hlavním důrazem na výrobní technologii. Tato platforma je optimálním řešením jak pro

centralizovaná, tak i pro distribuovaná řešení. Neustálé zlepšování parametrů dělá tuto automatizační platformu velmi žádanou [7-4].

SIMATIC S7-300 nabízí řešení pro nejrozmanitější automatizační úlohy v následujících oblastech:

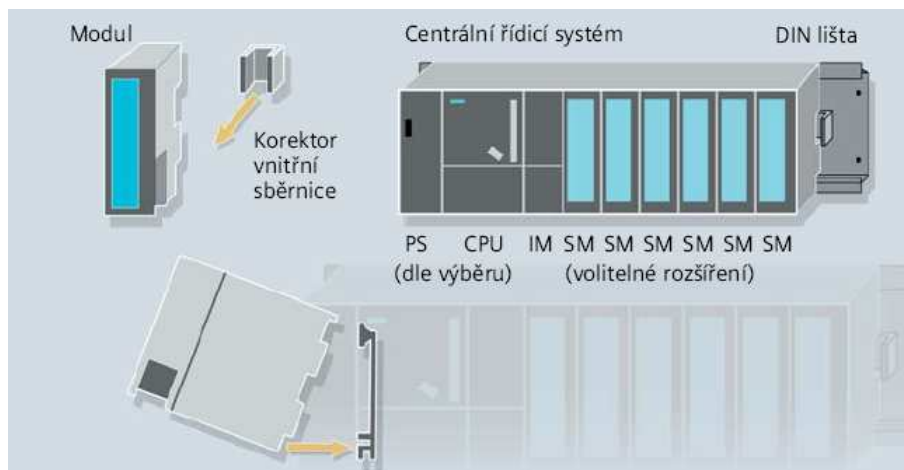
- automobilový průmysl
- výroba standardních strojů a zařízení
- výroba jednoúčelových strojů a zařízení
- sériová výroba strojů a zařízení (prakticky všechny druhy výrobních strojů), OEM
- zpracování plastů
- balicí průmysl
- potravinářský a tabákový průmysl
- vodárenství, výroba a rozvod el.energie a další [7-4]

K dispozici jsou i další provedení, která konstrukčně vycházejí ze standardních S7-300:

- Pro aplikace vyžadující certifikované prvky průmyslové bezpečnosti (Safety technologie): S7-300F s příslušnými rozšiřujícími moduly
- Pro aplikace vyžadující výkonné technologické funkce a funkce pro řízení pohybu: Technologická CPU 317T-2DP, CPU 315T-2DP
- Pro řízení strojů v kompaktním provedení s minimálním zabraným prostorem: SIMATIC C7 vše v jednom, řídicí systém (CPU řady S7-300) s integrovaným HMI
- Distribuované, inteligentní předzpracování úloh: CPU v ET 200S a ET 200X provedení [7-4]

PLC SIMATIC šetří inženýrské a provozní náklady například tím, že programy se ukládají na cenově dostupné MMC karty a tak jsou programy libovolně přenositelné.

S7-300 umožňuje prostorově úsporné a modulární uspořádání řídicích systémů pro různé typy úloh, přičemž nezáleží na pořadí jednotlivých modulů. Během provozu není potřeba ventilátor. Kromě modulů samotných je dále potřebná jen DIN lišta, na kterou jsou moduly umístěny a zajištěny šrouby. Takovéto uspořádání je pak považováno za přírodně robustní a splňující požadavky elektromagnetické kompatibility.



Obrázek 33 – Konfigurace S7-300 [7-4]

Spojovací sběrnice je integrována do jednotlivých modulů. Spojení je provedeno prostřednictvím sběrnice konektoru, který je součástí dodávky každého modulu. Rozmanité spektrum komponent S7-300 lze použít jak pro rozšíření centralizovaných systémů, tak i pro jednoduchou konfiguraci distribuovaných struktur s ET 200M; výsledkem je pak cenově výhodná a jednoduchá správa náhradních dílů [7-4].

### 2.2.1 Popis automatu



Obrázek 34 – PLC SIMATIC S7-313C

Základem automatu je modul s CPU, který navíc zajišťuje napájení celého automatu a jeho připojení k programovacímu zařízení. Základní modul obsahuje diody, které informují o aktuálním stavu CPU.

Dioda	Barva	Popis
SF	Červená	System Failure – Systémová chyba
BF	Červená	Battery Failure – Chyba baterie
DC5V	Zelená	Napájení CPU je v pořádku
FRCE	Oranžová	Indikace nejméně jednoho trvale ovlivněného vstupu/výstupu
RUN	Zelená	Svíí – program v PLC běží Bliká s $f=2\text{Hz}$ při spouštění Bliká s $f=0,5\text{Hz}$ v režimu Stop
STOP	Oranžová	Svíí – režim STOP Bliká s $f=0,5\text{Hz}$ při požadavku na resetování paměti Bliká s $f=2\text{Hz}$ při resetování paměti Bliká pokud je potřeba reset z důvodu výměny paměťové karty

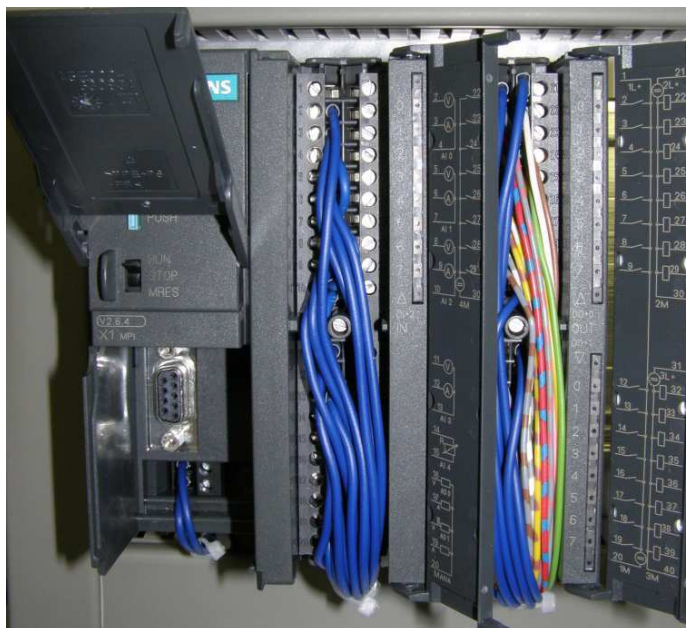
*Tabulka 3 – Vysvětlivky stavů stavových diod PLC [9]*

Vedle stavových diod je umístěn slot na paměťovou kartu MMC, na které bývá uložen program, protože CPU-313C nedisponuje vlastní pamětí pro program. Dále je zde umístěn přepínač funkcí jehož polohy budou popsány v následující tabulce.

Poloha přepínače	Popis
RUN	Spuštění uloženého programu – není možné zapisovat do paměti CPU
STOP	Zastavení programu
MRES	Mazání dat, reset CPU (vyžaduje další úkony)

*Tabulka 4 – Funkce přepínače funkcí [9]*

Ve spodní části pod dvířky je umístěn konektor pro připojení PLC k programovacímu zařízení. Do stejného konektoru se připojuje i kabeláž pro komunikaci s ostatními zařízeními pomocí protokolů MPI nebo ProfiBus.



Obrázek 35 – Detail svorkovnice a konektoru MPI

K modulu s CPU se připojují i další moduly, v případě dodaného PLC to byl modul s 16-ti binárními vstupy a s 16-ti binárními výstupy. A dále byl připojen modul s osmi digitálními vstupy, pěti analogovými vstupy a dvěma analogovými výstupy. Pro napájení všech vstupů a výstupů je potřeba napětí 24 V DC.

### 2.2.2 Reset automatu, vymazání paměti

Vymazání dat (MRES) vymaže všechna data z paměti, obsah karty MMC zůstane zachován. K vymazání jsou potřeba tři kroky:

Krok	Akce	Výsledek
1	Přepnout přepínač do polohy STOP	Dioda STOP svítí
2	Přepnout spínač do polohy MRES a držet jej v ní nejméně tři vteřiny až se rozsvítí dioda STOP.	Dioda STOP zhasne po cca. 3. vteřinách a opět se rozsvítí U novějších CPU je nutné čekat dokud se STOP nerozsvítí. Mezi krokem 2 a 3 nesmí uplynout více než 3 vteřiny.
3	Nastavit přepínač zpět do polohy STOP a poté v průběhu dvou vteřin opět na MRES	Dioda STOP bliká tři vteřiny a pak se rozsvítí.

Tabulka 5 – Postup při restartování PLC [9]

### 2.2.3 Komunikační možnosti SIMATIC S7-300

PLC SIMATIC disponují širokou škálou komunikačních možností. V případě CPU 313C je to rozhraní MPI, ale u některých vyšších modelů je možné provozovat komunikaci pomocí sběrnice ProfiBus, popřípadě i pomocí Ethernetu.

#### 2.2.3.1 Rozhraní MPI

MPI je úsporné řešení pro komunikaci s programovacími přístroji a PC, HMI® systémy a dalšími řídicími systémy SIMATIC S7/C7/WinAC. Celkem lze propojit až 125 MPI stanic s přenosovou rychlostí 187,5 kbit/s, např. pro výměnu procesních dat mezi různými řídicími systémy nebo využít pro spojení HMI služby bez jakéhokoliv programování.

Pro CPU 317 a 318-2DP lze rozhraní MPI konfigurovat též jako rozhraní PROFIBUS DP a vytvořit tak dvě DP sítě [7-4].

## 2.3 Programovací PC USB adaptér

PC USB Adaptér je kompatibilní s USB 1.1 a splňuje požadavky pro nízkonapěťová USB zařízení. Tento adaptér podporuje i úsporné energetické režimy (režim spánku) [7-1].



Obrázek 36 – PC USB Adaptér

Kabel se připojuje k rozhraní USB v počítači a k MPI/DP rozhraní automatů SIMATIC S7/M7/C7. V počítači není potřeba žádný speciální volný slot, a proto je tento typ kabelu vhodný i pro nerozšiřitelné počítače, jako jsou například notebooky.

Na jednom PC lze použít pouze jeden PC USB Adaptér.





Obrázek 37 – Schéma propojení PC a PLC pomocí PC USB Adaptéru [7-1]

### 2.3.1 Popis adaptéru

PC USB adaptér je možné použít v sítích MPI a Profibus. Od verze firmwaru 1.1 je možné tento adaptér použít i v homogenních sítích PPI. V následující tabulce jsou uvedeny podporované sítě adaptéru a jejich přenosové rychlosti [7-1].

Přenosová rychlost	MPI	PPI	Profibus			
			DP	Standart	Universal	Uživatelsky definovaný
9,6 kbps	–	✓	✓	✓	✓	✓
19,2 kbps	✓	✓	✓	✓	✓	✓
45,45 kbps	–	–	✓	✓	–	✓
93,75 kbps	–	–	✓	✓	✓	✓
187,5 kbps	✓	✓	✓	✓	✓	✓
500 kbps	–	–	✓	✓	✓	✓
1,5 Mbps	✓		✓	✓	✓	✓

Tabulka 6 – Podporované sítě a přenosové rychlosti PC USB adaptéru [7-1]

### 2.3.2 HW/SW požadavky

Pro správnou funkci stačí počítač vybavený CD-ROM mechanikou a USB portem na kterém běží operační systém z rodiny Windows 2000 a mladší [7-1], [7-2], [7-3].

### 2.3.3 Popis dodaného HW

Samotný adaptér obsahuje tři informační LED diody, konektor typu B pro USB kabel a 9-ti pinový D-Sub konektor pro rozhraní MPI/DP.



Obrázek 38 – Konektory a LED Adaptéru [7-1]

V následující tabulce bude uveden popis jednotlivých stavů LED diod na adaptéru.

Dioda	Barva	Popis Stavů
USB	Zelená	Rozsvítí se, když je PC USB Adaptér připojen k USB portu počítače a operační systém na PC je v běžném provozním režimu. LED dioda nesvítí, pokud je PC v pohotovostním režimu nebo nečinné. LED bliká, když jsou přenášena data
POWER	Zelená	Svítí, pokud je adaptér napájen. Bliká v případě detekování hardwarového problému
MPI	Zelená	Rozsvítí se, když je PC USB Adaptér připojen k MPI/DP síti a propojení je funkční. LED dioda bliká, když jsou data přenášena do MPI/DP sítě. LED je vypnuta, pokud v PC USB Adaptéru není nainstalován žádný firmware.

Tabulka 7 – Popis významu diod PC USB Adaptéru [7-1]

Napájení adaptéru probíhá z PLC přes MPI kabel, popřípadě pomocí externího napájecího zdroje. Adaptér ke své funkci vyžaduje napětí 24 V DC.

#### 2.3.4 Práce s PC USB adaptérem

Pro připojení PC USB adaptéru k počítači je potřeba mít administrátorská práva a nainstalovat ovladač umístěný na dodaném CD. V případě, že je aktivní autorun, stačí do PC pouze vsunout CD a instalace proběhne automaticky. Jinak je potřeba v kořenovém adresáři CD spustit soubor „setup.exe“

### 2.3.4.1 Konfigurace rozhraní

Po instalaci ovladače je nutné nakonfigurovat použité rozhraní adaptéru. Na výběr jsou čtyři volby:

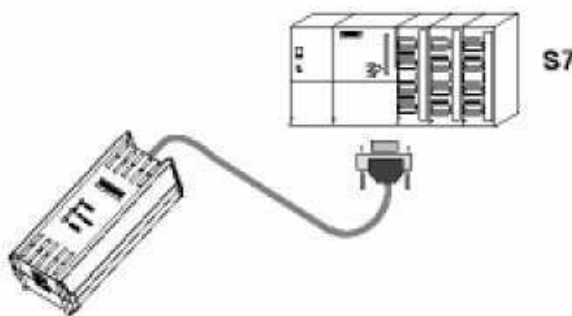
- PC Adapter (Auto) – Automatická volba použité sítě a protokolu (použitelné pouze se STEP 7)
- PC Adapter (MPI) – Volba rozhraní MPI
- PC Adapter (PPI) – Volba rozhraní PPI
- PC Adapter (PROFIBUS) – Volba rozhraní PROFIBUS

Ke každé volbě se pomocí tlačítka **Properties** dají nastavit další možnosti adaptéru, jako rychlost přenosu, port a adresa zařízení...

### 2.3.4.2 Připojení k síti MPI/DP

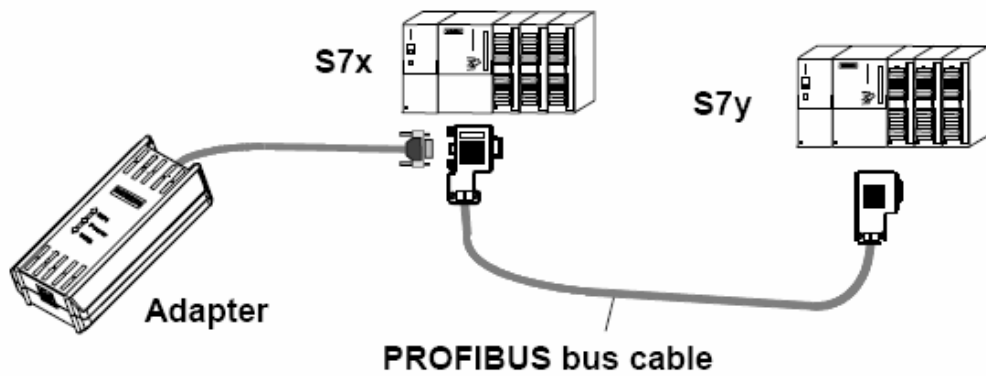
K jednomu segmentu sítě MPI/DP může být připojeno maximálně 32 uzlů. Celková délka kabelu by neměla přesáhnout více než 50 m. Síťové segmenty mohou být propojeny pomocí opakovačů RS485, což umožňuje zvýšit počet uzlů až na 127. Maximální přenosová rychlost sítě je 12 Mbps. PC USB adaptér podporuje maximální rychlost přenosu 1,5 Mbps [7-1].

Propojení samostatného systému (dva síťové uzly) lze realizovat pomocí následujícího schématu.



Obrázek 39 – Schéma propojení samostatného systému [7-1]

Propojení rozsáhlejších sítí (více než 2 uzly) se provádí podle následujícího schématu. Pro propojení jsou navíc potřeba kabely Profibus.



Obrázek 40 – Propojení sítě s více než dvěma uzly pomocí kabelu Profibus [7-1]



Obrázek 41 – Kabel Profibus

Kabel Profibus slouží k propojení více uzlů. Jeho hlavní součástí je průchozí konektor z něhož vede odbočka do dalšího zařízení. Díky tomu je možné vidět několik zařízení v síti MPI současně. Malý přepínač slouží k sepnutí terminujícího odporu v případě, že se kabel nachází na posledním uzlu sítě.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 ZPROVOZNĚNÍ A ZAPOJENÍ LINKY

#### 3.1 Propojení pnicí linky a PLC boardu

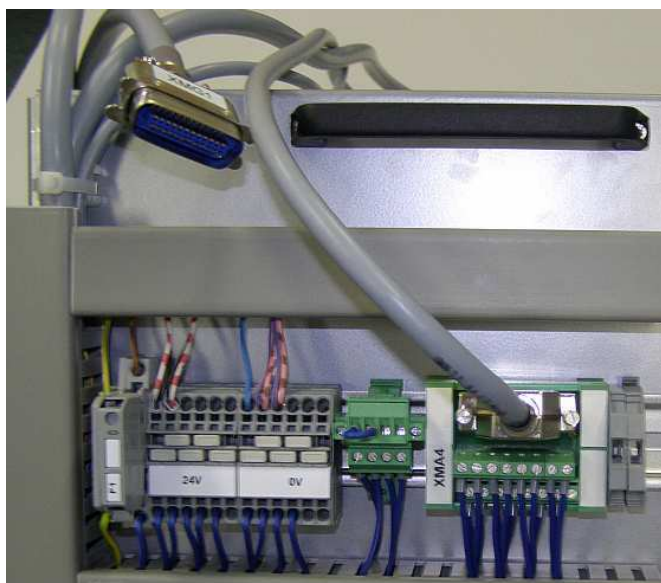
Pro ovládání pnicí linky pomocí PLC boardu s vestavěným automatem je potřeba tento PLC board s linkou propojit pomocí dodané kabeláže. Jedná se hlavně o kabeláž propojující vstupy a výstupy automatu s linkou a také zabezpečující napájení automatu.

Pro připojení digitálních vstupů a výstupů se používá dvojice kabelů vyvedených z PLC boardu, jejichž označení je XMA2 a XMG1. V případě pnicí linky je využit pouze kabel XMA2, který se připojí do stejně označené zdířky komunikačního panelu pnicí linky.



Obrázek 42 – Napájecí kabely PLC Boardu a kabely digitálních vstupů a výstupů

Jako další se připojí analogové vstupy a výstupy, a to pomocí dodaného kabelu s konektory D-Sub. Zapojení není možné splést, protože konektor pasuje do jedné zdířky PLC Boardu a pnicí linky, označení těchto konektorů je XMA3 a XMA4.



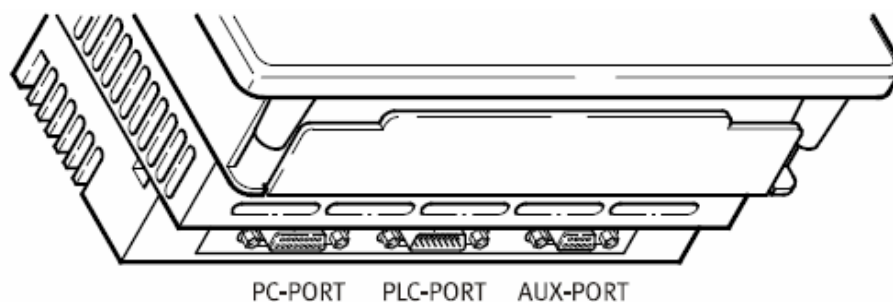
Obrázek 43 – Připojení kabelů k PLC boardu

Jako další věc je nutné vyřešit napájení PLC Boardu pomocí tří barevně odlišených konektorů, které se připojí do zdířek u vypínače napájení plnicí linky.

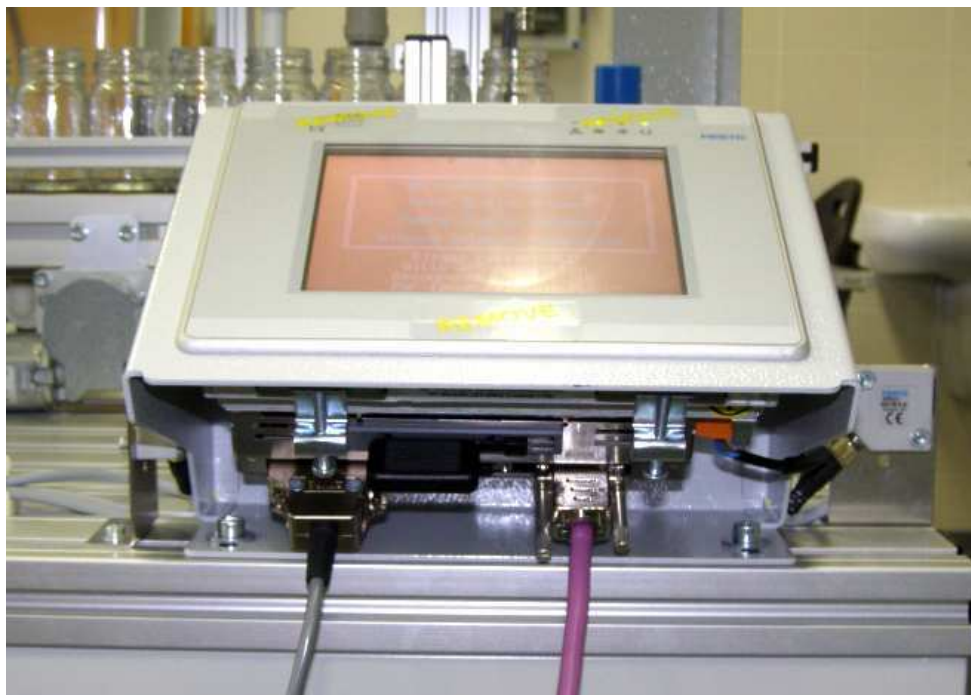


Obrázek 44 – Zdířky pro připojení napájení PLC boardu a hlavní vypínač plnicí linky.

Ke komunikaci PLC s dotykovým panelem je nutné propojit PLC k tomuto panelu. K tomu slouží dodaný kabel ProfiBus. Jeho zvláštností je, že má jeden konektor průchozí a ten se připojuje k PLC. Druhý konektor se připojuje k AUX portu panelu, je to konektor na pravé straně panelu zespod.



Obrázek 45 – Porty ovládacího panelu [6-30]



*Obrázek 46 – Připojení kabeláže k dotykovému panelu*

K napájení celé plnicí linky je nutné použít napájecí kabel a připojit jej ze zadní strany plnicí linky a do zásuvky 230V.



*Obrázek 47 – Napájecí kabel*



*Obrázek 48 – Napájecí konektor s kabelem*



V neposlední řadě je ještě nutné připojit plnicí linku k dodávce stlačeného vzduchu, který je potřeba ke správné funkci pneumatického oddělovače. To se provádí pomocí hadice s rychlospojkami.



*Obrázek 49 – Vzduchová hadice s rychlospojkami pro přívod stlačeného vzduchu*



*Obrázek 50 – Připojení přívodu vzduchu k regulačnímu ventilu*

Dále je nutné zajistit přívod kapaliny do hlavní nádrže, k tomu je možné využít dodaných hadic a spojek.

Pro základní funkci plnicí linky je toto propojení dostatečné. Ale v případě prvního spuštění linky bude potřeba do PLC a panelu nahrát obslužné programy a tedy propojit je s počítačem.

PLC se propojí pomocí USB portu počítače s komunikačním adaptérem, který se zapojí do průchozího konektoru ProfiBus kabelu.



*Obrázek 51 – PC USB adaptér k propojení PC - PLC*

O připojení dotykového panelu k PC se stará kabel označený FED->PC, který se připojí do PC/Printer portu panelu a k sériovému rozhraní počítače.



*Obrázek 52 – Kabel k propojení dotykového panelu a PC*



*Obrázek 53 – Programovací kabel panelu  
připojený k sériovému portu PC*

## 3.2 Nahrávání originálního programu do PLC a ovládacího panelu

### 3.2.1 Nahrávání programu do PLC

Příložené PLC programy jsou určeny pro regulátory s analogovými vstupy a výstupy. Další možností je, že stanici lze ovládat pouze pomocí digitálních signálů, v takovém případě je regulátor kontrolní smyčky vyřazen z funkce [6-1].

K programování PLC SIMATIC je nutné mít nainstalovaný software Step 7 nejméně ve verzi 5.2 a programovací adaptér.

1. Propojit PC a automat pomocí RS232-programovacího kabelu s PC adaptérem.
2. Zapnout napájení.
3. Zapnout dodávku stlačeného vzduchu.
4. Uvolnit NOUZOVÉ-STOP tlačítko (je-li k dispozici).
5. Provést reset PLC (viz. kap. 2.2.2).
6. Údaje na kartě MMC (Micro Memory Card) nejsou během restartu PLC vymazány. Toho lze dosáhnout přes Step 7.
7. Přepnout přepínač funkcí do pozice **STOP**.
8. Spustit programovací software.
9. Zvolit funkci **De-archive** a soubor **MPS-PA.zip**\* v adresáři **Sources\PLC\_programs\Release\_C\_V1.1\S7(Siemens)Sources**\† na dodaném CD-ROM.
10. Dále je nutné vybrat vhodnou konfiguraci hardware a stáhnout ji do PLC.
11. Nyní je potřeba vybrat program **04Bottling**.
12. Vybraný projekt je potřeba přesunout do PLC.
13. Nakonec je nutné přepínačem funkcí na automatu program spustit [6-1].

---

\* Soubory se zdrojovými soubory je nutné rozbalovat pomocí STEP 7, nikoliv programy pro archivaci souborů (jako například WinZip)!

† Na dodaném CD je k dispozici ovládací program PLC a panelu verze 1.1, ovšem z www stránek <http://www.festo-didactic.com/int-en/services/mps/mps-pa/technical-details-mps-pa.htm> lze stáhnout novější verze ovládacích programů, tyto novější verze jsou i na CD-ROM s touto DP.

### 3.2.2 Nahrávání programu do ovládacího panelu

1. Připojit PC přes programovací kabel FED->PC.
2. Připojení PLC přes: Profibus-kabel do AUX-Portu.
3. Nainstalovat FED Designer z dodaného CD a spustit jej.
4. Otevřít FED-projekt **MPS-PA-SIEMENS-MPI.dpr** z adresáře **Sources\FED\_projects\Release\_C\_V1.1<sup>†</sup>** na dodaném CD-ROM.
5. Přepnout panel do Konfiguračního módu
  - a. Dotknout se prázdného místa na obrazovce, dokud se neobjeví příkazové menu (počkat přibližně 3 sekundy),
  - b. Pomocí kláves se šipkami zvýraznit **CONFIG** nebo a stisknout **Enter**.
6. Na panelu se objeví „**Configuration mode**“.
7. Vyberte **Transfers - Download** z FED Designeru pro odeslání projektu do panelu (čekat přibližně 10 minut) [6-30].

## 4 VYTVOŘENÉ VLASTNÍ PROGRAMY PRO OVLÁDÁNÍ PLNICÍ LINKY

K vytváření vlastních programů není potřeba se učit nějaký složitý programovací jazyk, i když programování přímo v jazyku AWL bude bezpochyby efektivnější. K programování postačí klasická reléová logika a něco málo základů o programování PLC SIMATIC pomocí STEP 7, které jsou uvedeny v příloze, popřípadě v knize [4].

Pro správnou funkci plnicí linky je potřeba vědět, který vstup/výstup ovládá kterou část plnicí linky. V následující tabulce je uvedeno shrnutí těchto vstupů a výstupů.

Vstup/ Výstup	Digitální/ Analogový	Označení zařízení	Zařízení	Rozsah
Q0.0	Digitální	4M1/P201	Čerpadlo	0 - 1
Q0.1	Digitální	4M2/V403	Plnicí Ventil	0 – 1
Q0.2	Digitální	4M3	Dopravníky	0 – 1
Q0.3	Digitální	4M4	Pneumatický oddělovač	0 – 1
Q0.6	Digitální	IP_N_FO	Pásky zaneprázdněny	0 – 1
Q0.7	Digitální	4PA_BUSY	Stanice zaneprázdněna	0 – 1
I0.0	Digitální	4B1	Hladina B402	0 – 1
I0.1	Digitální	4B2	Horní hladina B401	0 – 1
I0.2	Digitální	4B3	Spodní hladina B401	0 – 1
I0.3	Digitální	4B4	Světelná závora – začátek linky	0 – 1
I0.4	Digitální	4B5	Světelná závora – plnicí místo	0 – 1
I0.5	Digitální	4B6	Světelná závora – konec linky	0 – 1
I0.7	Digitální	4PA_FREE	Stanice volná	0 – 1
PIW752	Analogový	4PV1	Výška hladiny B402	0 – 27648
PQW752	Analogový	4CO1	Nastavení otáček čerpadla	0 – 27648

Tabulka 8 – Přehled adresovatelných vstupů a výstupů plnicí linky

### 4.1 Ovládání plnicí linky varianta č.1

Tento program funguje ihned po zapnutí automatu, není k němu potřeba dotykový displej. Po spuštění se čerpadlem přečerpá kapalina do dávkovací nádrže. Jakmile se umístí

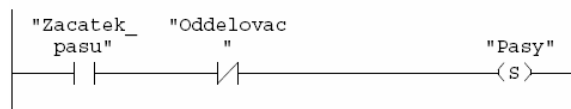
lahvička na začátek pásu, pás se sepne a dopraví lahvičku do plnicího místa. V případě, že není sepnuto čerpadlo, sepne se plnicí ventil, který je otevřen na 2,5 vteřiny a naplní lahvičku tekutinou. Poté se přepne pneumatický oddělovač a lahvička se dopraví na konec pásu, kde čeká na odebrání a pneumatický oddělovač se vrátí do výchozí polohy. Poté se pás spustí na 5 vteřin a dále je možné plnit další lahvičku, pokud žádná lahvička na páse není, tak se celá linka zastaví. V případě náhodného sepnutí pásu, se pás po deseti vteřinách vypne. Tento program je docela spolehlivý, jen se snižující se úrovní hladiny v dávkovací nádrži se snižuje i objem kapaliny napouštěný do lahviček.

#### 4.1.1 Symbolická pojmenování proměnných

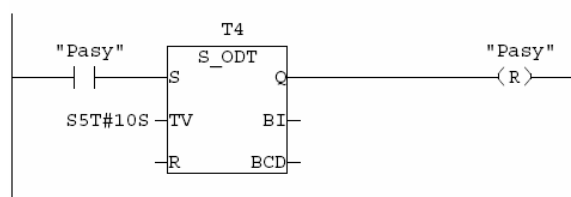
Status	Symbol	Address	Data type
	Cerpadlo	Q 0.0	BOOL
	Cerpadlo_jede	M 0.3	BOOL
	Hladina	PIW 752	WORD
	Konec_pasu	I 0.5	BOOL
	Lahvicka_na_konci	M 0.1	BOOL
	Lahvicka_Pripravena	M 0.0	BOOL
	Oddelovac	Q 0.3	BOOL
	Pas_jede	M 0.2	BOOL
	Pasy	Q 0.2	BOOL
	Plnici_bod	I 0.4	BOOL
	Plnici_ventil	Q 0.1	BOOL
	Zacatek_pasu	I 0.3	BOOL

#### 4.1.2 Vlastní program

Network: 1  
 Po umístění lahvičky na začátek pásu se sepe pás a dopraví lahvičku k plnění. M0.2 slouží jako indikace, že pás je funkční pro časovač T4.

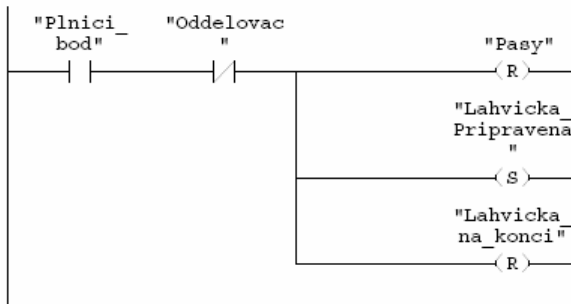


Network: 2  
 Pokud jede pás a je nastaven M0.2, časovač odpočítá 10 vteřin a pás i M0.2 resetuje.



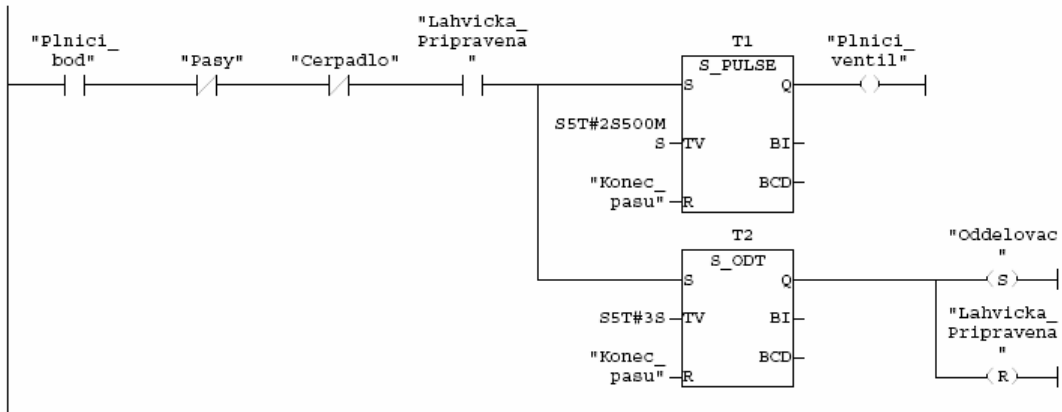
Network: 3

Pokud lahvicka dostahne plnicího bodu, vypne pas, resetuje M0.1 pro kontrolu na konci linky a nastaví m0.0, ze lahvicka je pripravena k plneni.



Network: 4

V pripade, ze lahvicka je na svem miste a pas se nehybe, tak se spusti 2.5vterinove plneni lahvicky. Pote se prepne zarazka a resetuje M0.0. Pokud je cerpadlo v chodu, linka docasne prestane plnit lahvicky...



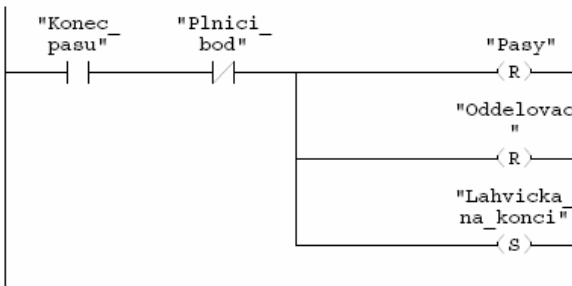
Network: 5

Pokud jsou splneny podminky, tak se sepne pas.



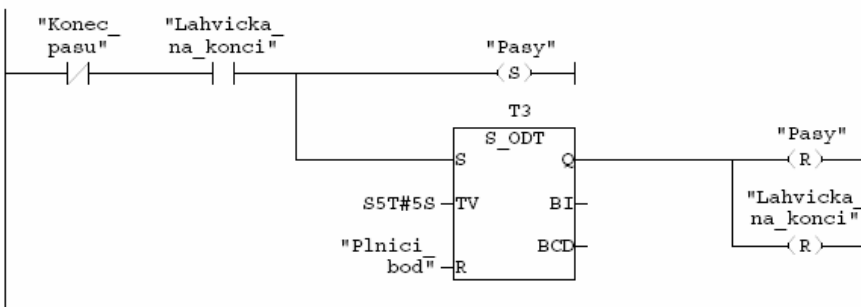
Network: 6

Pokud lahvicka dosahne konce linky, tak se vypne pas a prehodi zarazka. Dale se nastavi M0.1



Network: 7

Pokud byla lahvicka odebrana sepne se pas na 3vteriny pro pripad, ze by na pasu byly dalsi lahvicky k naplneni.



Dále je možné vidět část programu psanou v jazyce AWL. Program může být psán jakýmkoliv způsobem a různé způsoby programování lze kombinovat.

Network: 8

Pokud je hladina v davkovaci nadrzi mensi nez 10000, linka neni v plnicim procesu a v hlavni nadrzi je alespon nejake zmeritelne mnozstvi kapaliny, tak se sepne cernadlo.

```

AN  "Lahvicka_Pripravena"
A   I      0.2
A(
L   "Hladina"
L   10000
<I
)
S   "Cernadlo"
    
```

Network: 9

Pokud hladina v merici nadrzi dosahne 27500, cernadlo se vypne.

```

L   "Hladina"
L   27000
>=I
R   "Cernadlo"
    
```



## 4.2 Ovládání plnicí linky varianta č.2

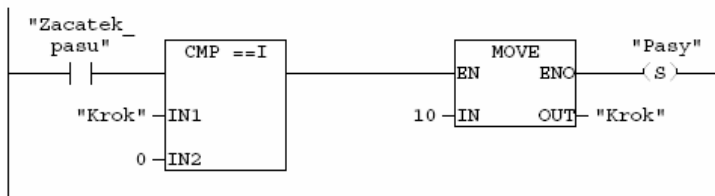
Tento program byl naprogramován tak, aby se postupovalo po jednotlivých krocích, takže vše probíhá postupně podle toho jaký krok je zrovna aktivní. Další odlišnost programu je, že měření množství kapaliny napouštěné do lahvíček se provádí pomocí ultrazvukového čidla. Bohužel výsledky tohoto měření nejsou uspokojivé a v případě rozkolísané hladiny takřka není možné lahvičky správně naplnit. I když je hladina kapaliny v dávkovací nádrži v klidu, tak jsou v naplněných lahvičkách patrné menší odchylky v množství kapaliny.

### 4.2.1 Symbolická pojmenování proměnných

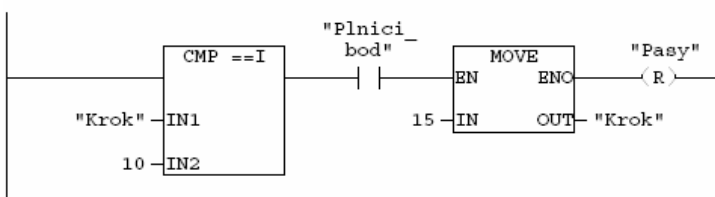
Status	Symbol	Address	Data type
	Cerpadlo	Q 0.0	BOOL
	Hladina	PIW 752	INT
	hladina_nova	MW 4	INT
	hladina_pamet	MW 2	INT
	Konec_pasu	I 0.5	BOOL
	Krok	MW 0	INT
	Oddelovac	Q 0.3	BOOL
	otacky	PQW 752	INT
	Pasy	Q 0.2	BOOL
	Plnici_bod	I 0.4	BOOL
	Ventil	Q 0.1	BOOL
	Zacatek_pasu	I 0.3	BOOL

### 4.2.2 Vlastní program

Network: 1  
 Krok 0: Start - vložení lahvičky na začátek pasu (I0.3). Spustí se pasy (Q0.2) a aktivuje krok 10

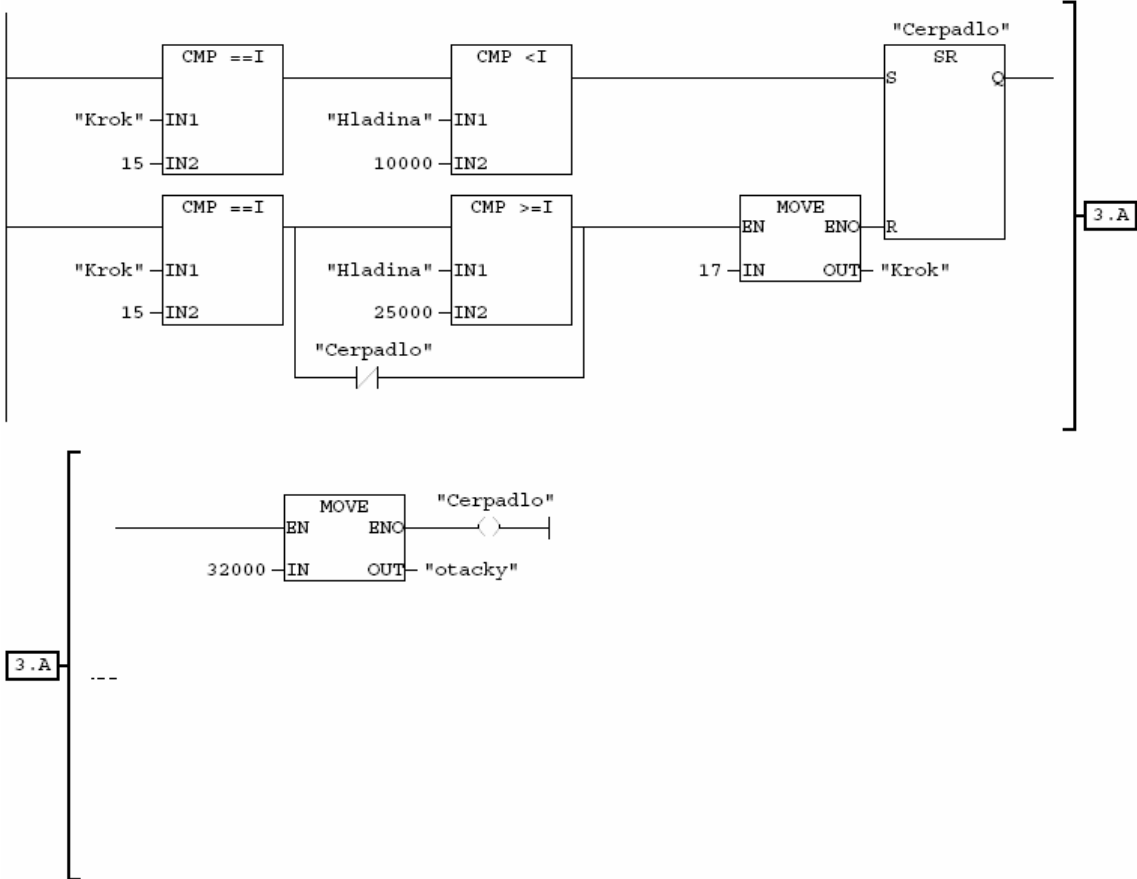


Network: 2  
 Krok 10: Pokud lahvička dosáhne plnicího místa (I0.4), pasy se vypnou a aktivuje se krok 15.



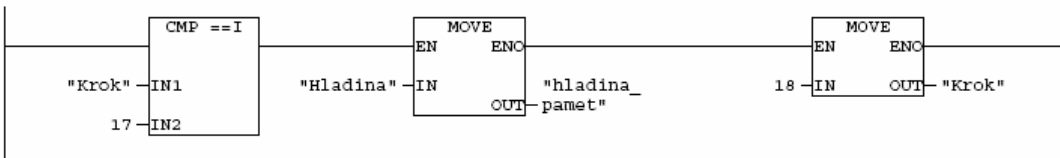
Network: 3

Krok 15: Zkontroluje se hladina merici nadrze (PIW752), pokud je nizsi nez 10000, aktivuje se cernpadlo a nastavi na nem otacky 32000 jednotek. V pripade, ze hladina dosahne hladiny urovne 25000, nebo se pohybuje v urovni 10000 - 25000 a cernpadlo je vypnute, nastavi se krok 17 a cernpadlo se vypne, pokud nebylo.



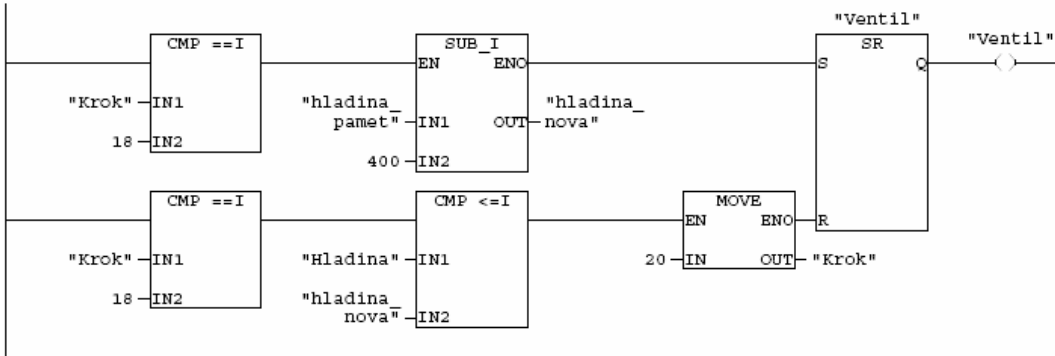
Network: 4

Krok 17: Nacte se uroven hladiny a ulozi do pameti (MW2). Aktivuje se krok 18.



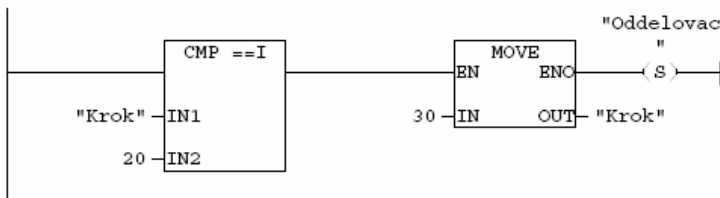
Network: 5

Krok 18: Od hladiny v pameti se odečte hodnota 400, což je přibližná hodnota kapacity lahvičky a vypočítaná hodnota se uloží do paměti (MW4) a začne napouštění lahvičky. Hladina v merici nadrží se porovnává s vypočtenou hodnotou, jakmile jsou hodnoty ekvivalentní ventil se uzavře a spustí se krok 20.



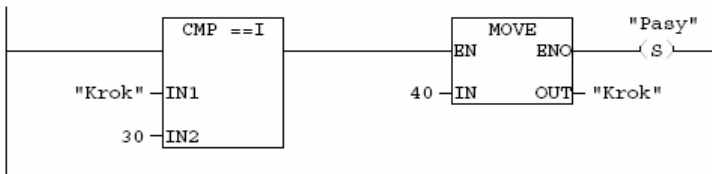
Network: 6

Krok 20: Prepne se pneumaticky oddelovac a nastavi krok 30



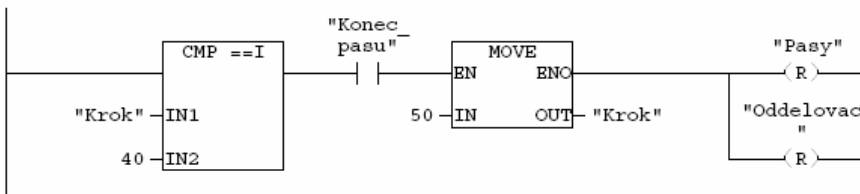
Network: 7

Krok 30: Zapnou se pasy a nastavi se krok 40.



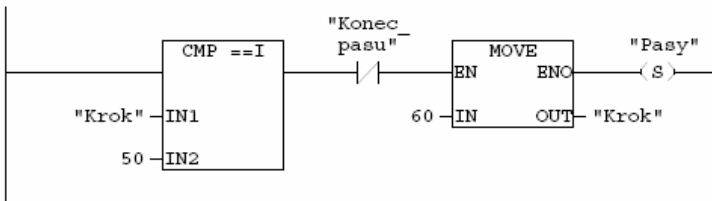
Network: 8

Krok 40: Pokud lahvička dosáhne konce linky, vypnou se pasy a prepne pneumaticky oddelovac zpet do vychozi polohy. Nastavi se krok 50



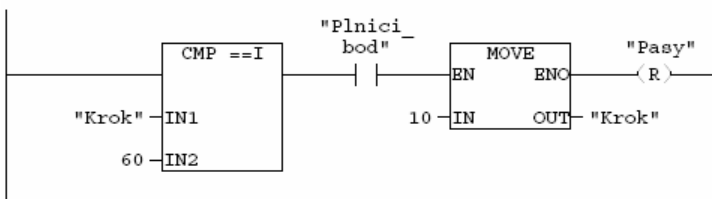
Network: 9

Krok 50: Pokud je lahvička z konce pasu odebrána, pasy se opět sepnou a nastavi se krok 60.



Network: 10

Krok 60: V případě, že další lahvička dosáhne plnicího bodu, pas se vypne a nastavi se krok 10.



Network: 11

V případě, že je kdykoliv spuštěn pas, začne se odpočítávat tento 12vteřinový časovač a v případě, že žádný jiný vstup pas nevypne, vypne jej časovač po uplynutí stanovené doby a nastavi se krok 0, což znamená, že program se opět aktivuje umístěním lahvičky na začátek pasu...

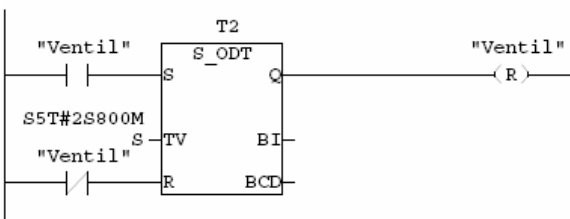


### 4.3 Ovládání plnicí linky varianta č.3

Tento program je identický s předchozím, pouze je přidána část, kde se nezávisle na krocích omezuje otevření plnicího ventilu na maximálně 2.8 vteřiny.

Network: 12

Casove omezeni otevreni ventilu, ventil nikdy nebude otevren dele nez 2,8 vteriny



## 4.4 Ovládání plnicí linky varianta č.4

Tento program opět vychází z předchozích a pokouší se o zdokonalení přesnosti měření dávkování kapaliny do lahvíček tím, že čerpadlo před dosažením požadované úrovně hladiny kapaliny postupně snižuje své otáčky. Poté systém ještě dvě vteřiny vyčkává na ustálení hladiny. Čerpadlo udržuje stále konstantní hladinu kapaliny v dávkovací nádrži. Bohužel ani tento způsob nepřináší uspokojivé výsledky.

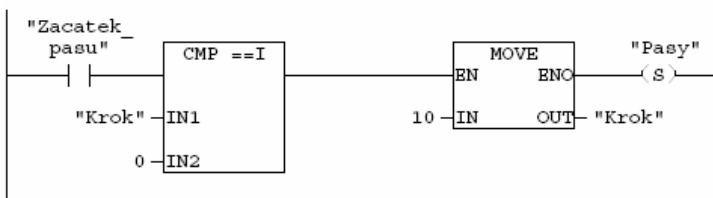
### 4.4.1 Symbolická pojmenování proměnných

Status	Symbol	Address	Data type
	Cerpadlo	Q 0.0	BOOL
	Hladina	PIW 752	INT
	hladina_nova	MW 4	INT
	hladina_pamet	MW 2	INT
	Konec_pasu	I 0.5	BOOL
	Krok	MW 0	INT
	Nizka_hladina_B401	I 0.2	BOOL
	Oddelovac	Q 0.3	BOOL
	Otacky	PQW 752	INT
	Pasy	Q 0.2	BOOL
	Plnici_bod	I 0.4	BOOL
	Pomocna	MW 6	INT
	Ventil	Q 0.1	BOOL
	Zacatek_pasu	I 0.3	BOOL

### 4.4.2 Vlastní program

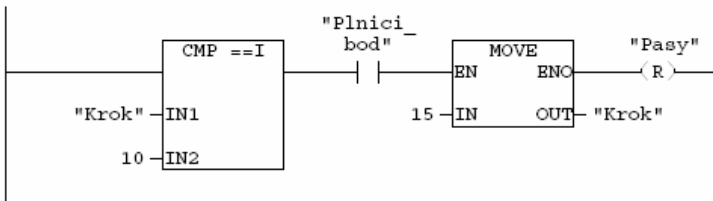
Network: 1

Krok 0: Start - vložení lahvičky na začátek pasu (I0.3). Spustí se pasy (Q0.2) a aktivuje krok 10



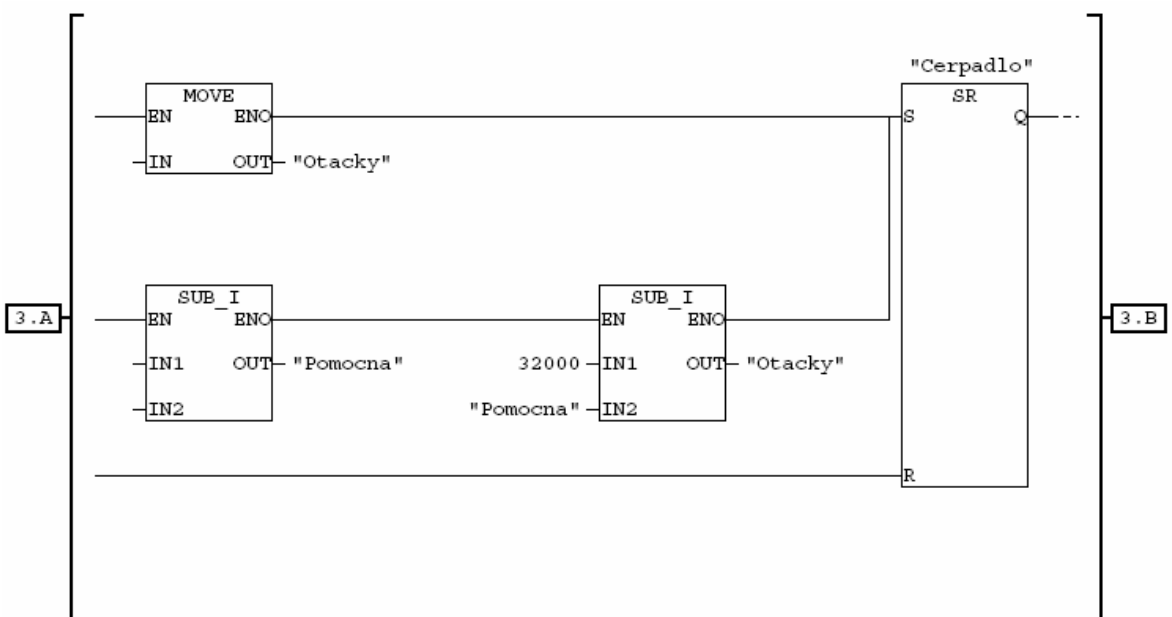
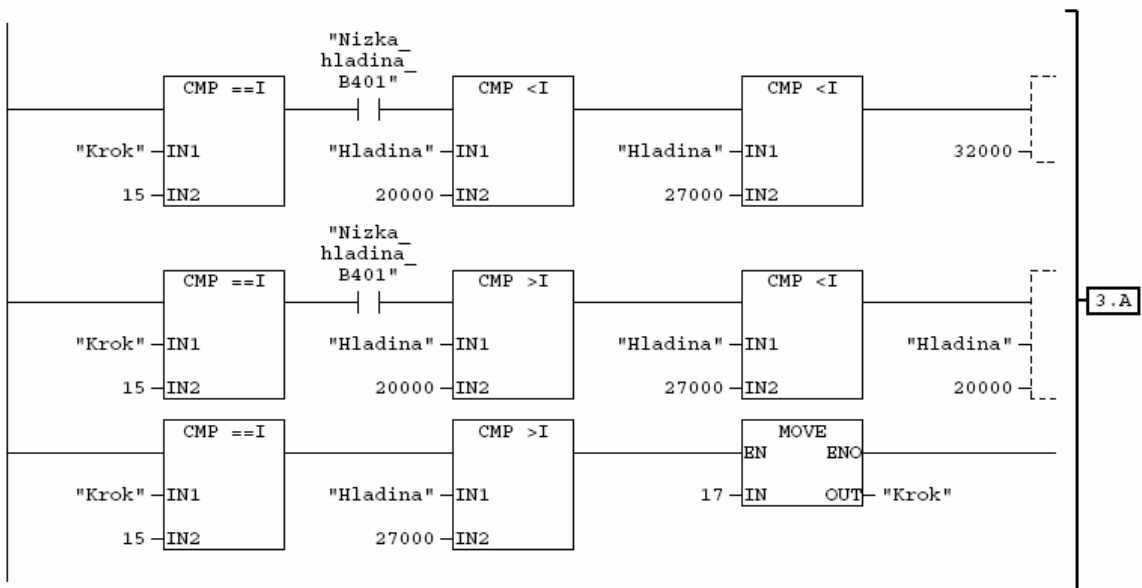
Network: 2

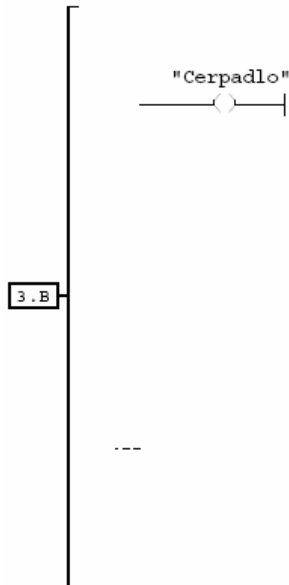
Krok 10: Pokud lahvička dosáhne plnicího místa (I0.4), pásy se vypnou a aktivuje se krok 15.



Network: 3

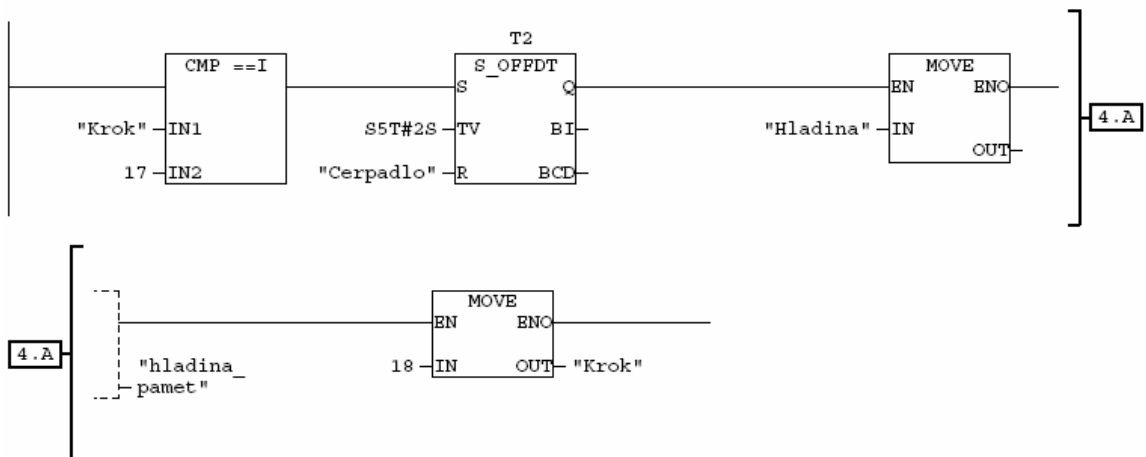
Krok 15: Pokud není v nádrži B401 málo kapaliny, sepne se čerpadlo a nastaví se na nem hodnota 32000 pro nejvyšší otacky, po naplnění 2/3 dávkovací nádrže B402 se otacky čerpadla zancou postupně snizovat. Az do naplnení nádrže na požadovanou hodnotu.





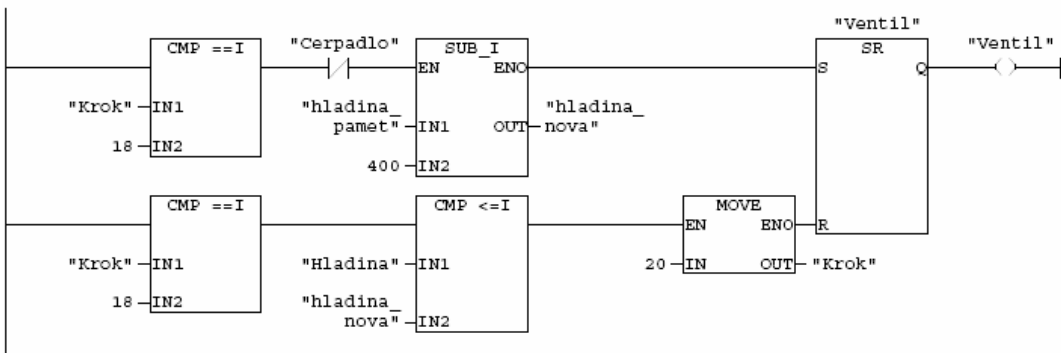
Network: 4

Krok 17: Casovac zpozduje o dve vteriny, aby se stihla uklidnit hladina. Nacte se uroven hladiny a ulozi do pameti (MW2). Aktivuje se krok 18.



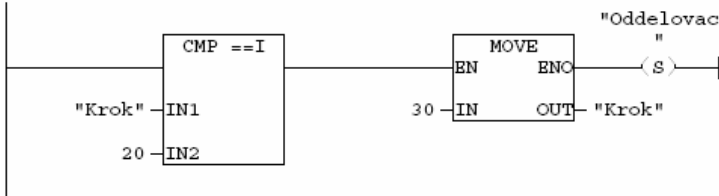
Network: 5

Krok 18: Od hladiny v pameti se odedcte hodnota 400, coz je priblizna hodnota kapacity lahvicky a vypocitana hodnota se ulozi do pameti (MW4) a zacne napousteni lahvicky. Hladina v merici nadrzi se porovna s vypocetnou hodnotou, jakmile jsou hodnoty ekvivalentni, ventil se uzavre a spusti se krok 20.



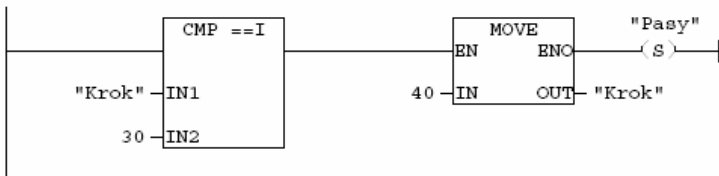
Network: 6

Krok 20: Prepne se pneumaticky oddelovac a nastavi krok 30



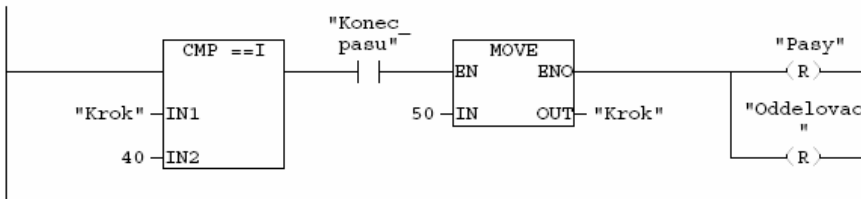
Network: 7

Krok 30: Zapnou se pasy a nastavi se krok 40.



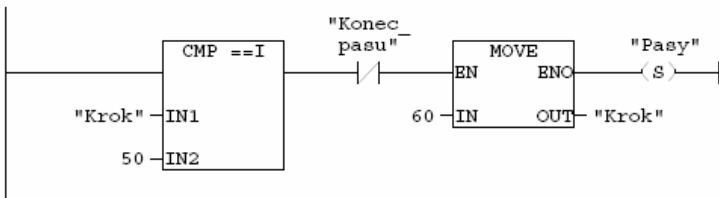
Network: 8

Krok 40: Pokud lahvicka dosahne konce linky, vypnou se pasy a prepne pneumaticky oddelovac zpet do vychazi polohy. Nastavi se krok 50



Network: 9

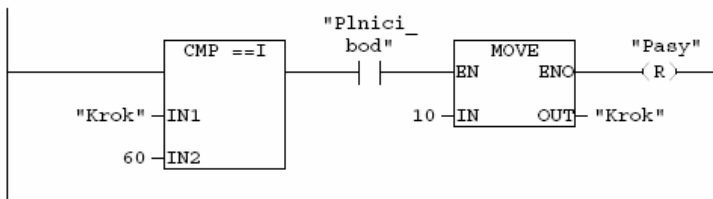
Krok 50: Pokud je lahvicka z konce pasu odebrana, pasy se opet sepnou a nastavi se krok 60.





Network: 10

Krok 60: V případě, že další lahvička dosáhne plnicího bodu, pas se vypne a nastaví se krok 10.



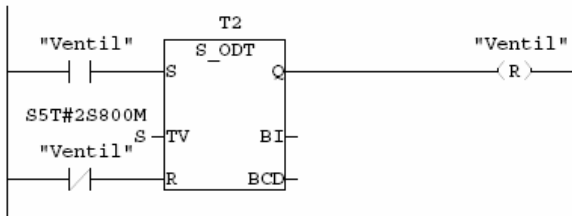
Network: 11

V případě, že je kdykoliv spuštěn pas, začne se odpočítávat tento časovač po dobu 12ti vteřin a v případě, že žádný jiný vstup pas nevypne, vypne jej časovač po uplynutí stanovené doby a nastaví se krok 0, což znamená, že program se opět aktivuje umístěním lahvičky na začátek pasu...



Network: 12

Časové omezení otevření ventilu, ventil nikdy nebude otevřen déle než 2,8 vteřiny



## 4.5 Ovládání plnicí linky varianta č.5

Tento program vychází z prvního, takže nepostupuje po krocích, ale podle stavu vstupů. Je zde upraven algoritmus pro ovládání čerpadla, který se snaží udržovat stále konstantní hodnotu hladiny kapaliny v dávkovací nádrži. Pro plnění se zde nevyužívá měření hladiny, ale časovač, který otevírá plnicí ventil na 2,5 vteřiny, což stačí pro naplnění lahviček akorát po hrdlo. Tento způsob měření je nejpřesnější.

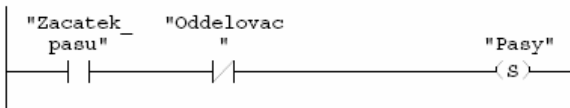
### 4.5.1 Symbolická pojmenování proměnných

Status	Symbol	Address	Data type
	Cerpadlo	Q 0.0	BOOL
	Hladina	PIW 752	INT
	Konec_pasu	I 0.5	BOOL
	Lahvicka_na_konci	M 0.1	BOOL
	Lahvicka_Pripravena	M 0.0	BOOL
	Nizka_hladina_B401	I 0.2	BOOL
	Oddelovac	Q 0.3	BOOL
	Otacky	PQW 752	INT
	Pasy	Q 0.2	BOOL
	Plnici_bod	I 0.4	BOOL
	Plnici_ventil	Q 0.1	BOOL
	Pomocna	MW 2	INT
	Zacatek_pasu	I 0.3	BOOL

### 4.5.2 Vlastní program

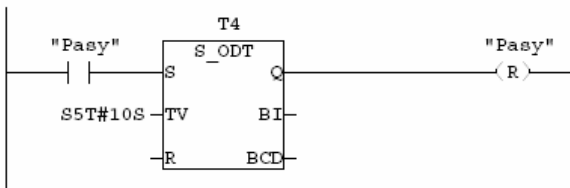
Network: 1

Po umístění lahvičky na začátek pasu se sepe pas a dopraví lahvičku k plnění. M0.2 slouží jako indikace, že pas je funkční pro časovač T4.



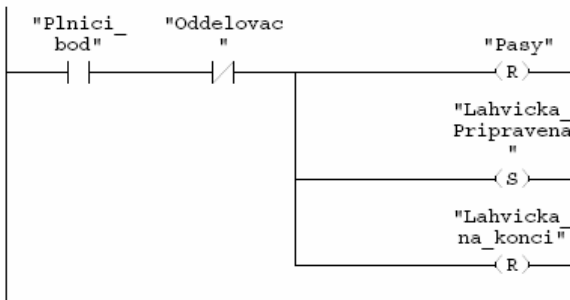
Network: 2

Pokud jede pas a je nastaven M0.2, časovač odpocítá 10vteřin a pas i M0.2 resetuje.



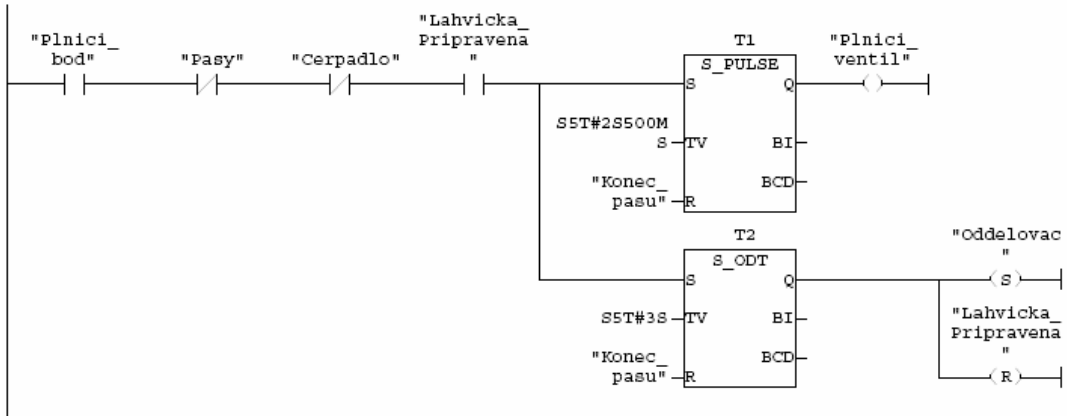
Network: 3

Pokud lahvička dostane plnicího bodu, vypne pas, resetuje M0.1 pro kontrolu na konci linky a nastaví m0.0, že lahvička je připravena k plnění.



Network: 4

V prípade, že lahvička je na svem mieste a pas sa nehybe, tak sa spusti 2.5vterinové plnenie lahvičky. Potom sa prepne zárazka a resetuje M0.0. Pokiaľ je čerpadlo v chode, linka dočasne prestane plniť lahvičky...



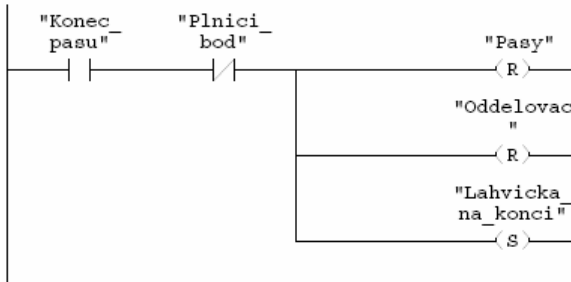
Network: 5

Pokud jsou splněny podmínky, tak se sepne pas.



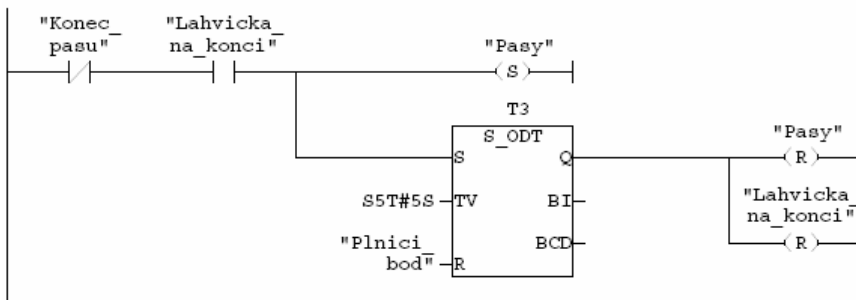
Network: 6

Pokud lahvička dosáhne konce linky, tak sa vypne pas a prechodi zárazka. Ďalej sa nastaví M0.1

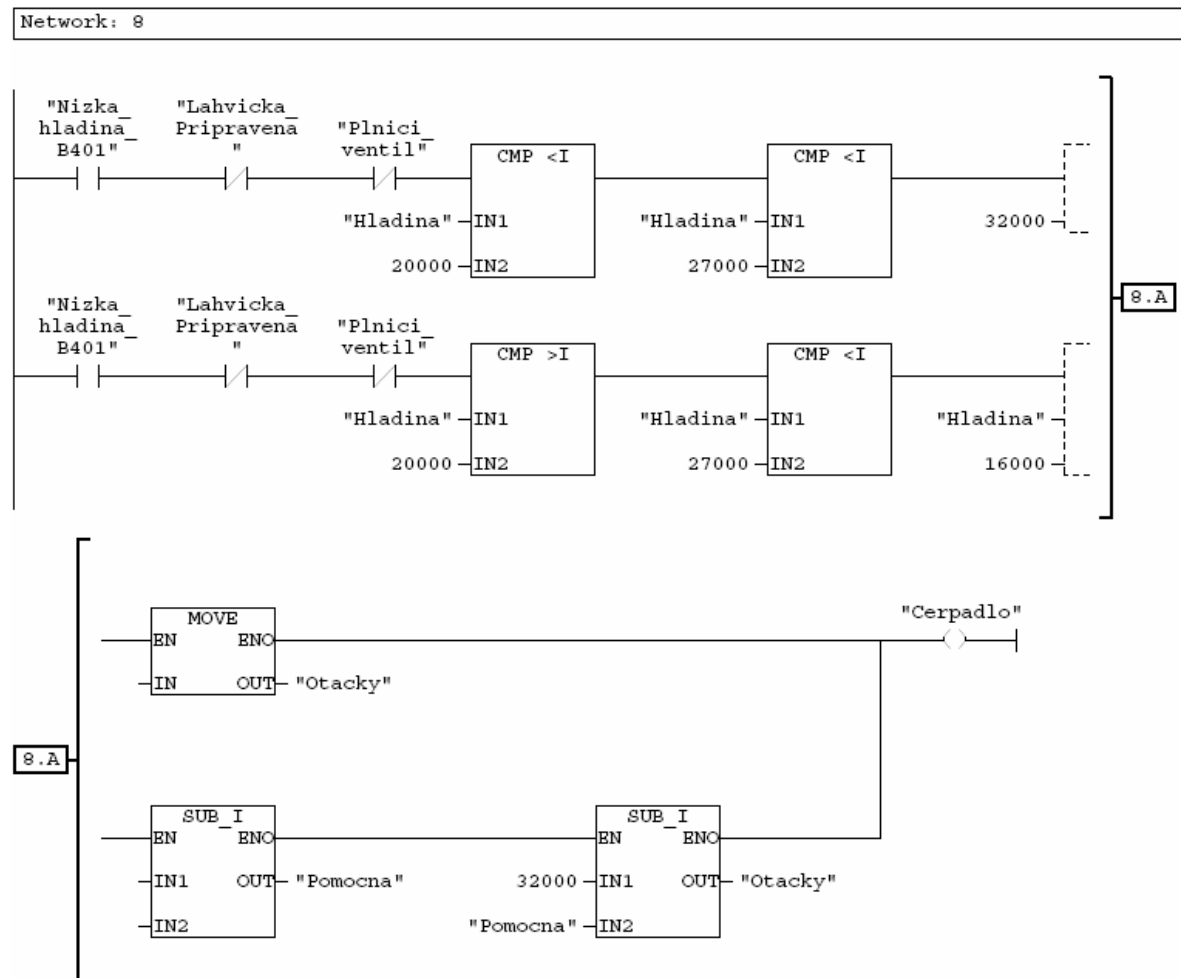


Network: 7

Pokud byla lahvička odebrána sepne se pas na 3vteriny pro případ, že by na pasu byly další lahvičky k naplnění.

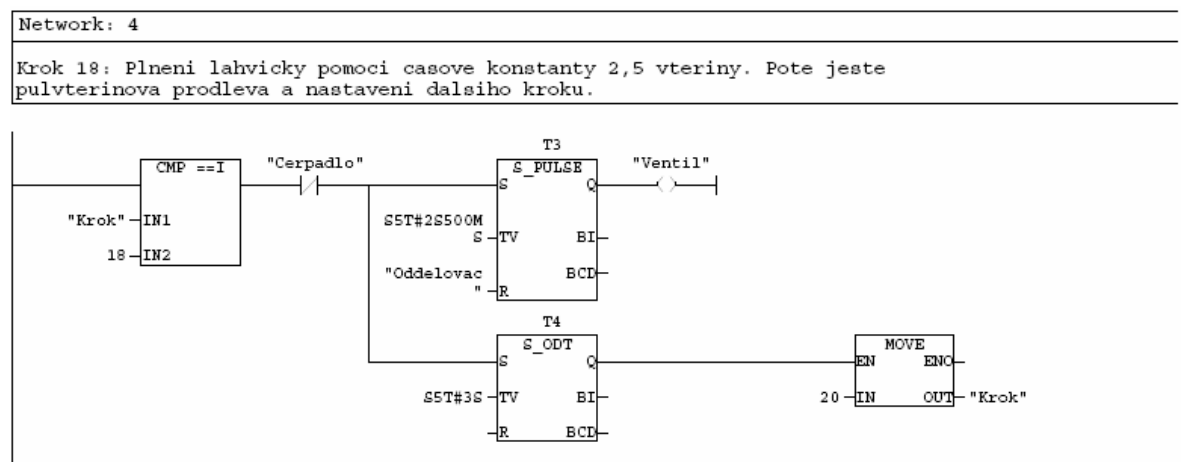


Zde je upravený algoritmus k obsluze čerpadla.



### 4.6 Ovládání plnicí linky varianta č.6

Tento program je opět programován jako krokový, jeho odlišnost je v plnění podle času stejně jako u předchozího programu.



## 5 ZADÁNÍ PRO STUDENTY

### 5.1 Úkol č.1 – Jednoduché ovládání pásu

Vytvořte program, který po vložení lahvičky na začátek linky (světelná závora **4B4**, **I0.3**) spustí pás (**Q0.2**), který se zastaví ve chvíli, kdy lahvička dorazí před světelnou závoru **4B5** (**I0.4**).

### 5.2 Úkol č.2 – Složitější ovládání pásu

Vytvořte program, který po vložení lahvičky na začátek linky (světelná závora **4B4**, **I0.3**) spustí pás (**Q0.2**), který se zastaví ve chvíli, kdy lahvička dorazí před světelnou závoru **4B6** (**I0.5**). Výstup pro pneumatický oddělovač je **Q0.3**.

### 5.3 Úkol č.3 – Ovládání pásu a ventilu

Vytvořte program, který spustí dopravník po vložení lahvičky na pás a přesune ji na plnicí místo, kde se pás zastaví a kde se otevře plnicí ventil na 2,5 vteřiny.

Vstupy: **4B4 - I0.3**; **4B5 - I0.4**;

Výstupy: Pás - **Q0.2**, Ventil - **Q0.1**.

Použijte časovač Pulse a zkontrolujte, že v dávkovací nádrži není kapalina!

Zájemci mohou program rozšířit o dopravu lahvičky na konec pásu...

### 5.4 Úkol č.4 – Ovládání čerpadla

Vytvořte program, který načerpá do dávkovací nádrže přesně 2 l kapaliny.

Vstupy: Hladina: **PIW752**;

Výstupy: Čerpadlo **Q0.0**; Otáčky čerpadla: **PQW752**.

### 5.5 Úkol č.5 – Ovládání čerpadla 2

Načerpajte vodu do dávkovací nádrže tak, aby čerpadlo (**Q0.0**) od určité chvíle začalo snižovat své otáčky, aby se hladina kapaliny před dočerpáním na stanovenou úroveň co nejvíce zklidnila...

Použijte nejvyšší hodnotu hladiny 27000.

Zabezpečte, aby se čerpadlo nespustilo pokud je v hlavní nádrži nízký stav kapaliny (**I0.2**).

## 6 ŘEŠENÍ ZADANÝCH PŘÍKLADŮ

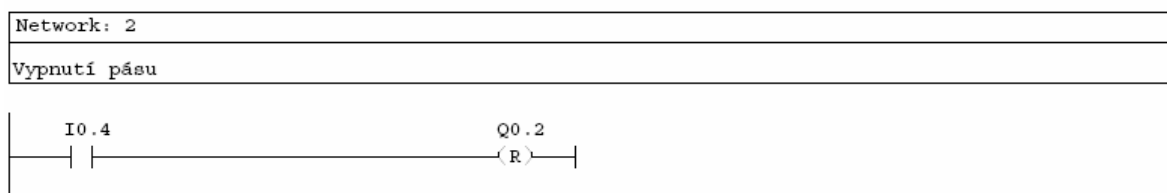
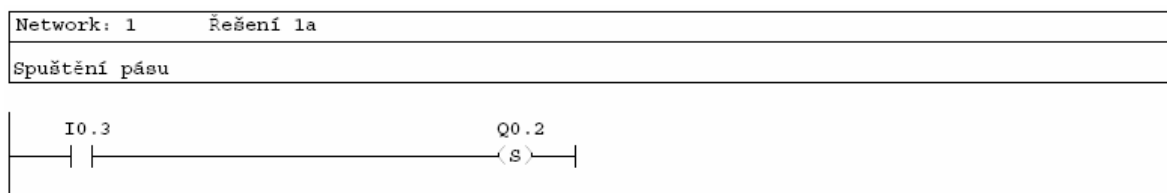
U příkladů je nutné brát v potaz, že mohou mít několik různých řešení.

### 6.1 Úkol č.1 – Jednoduché ovládání pásu

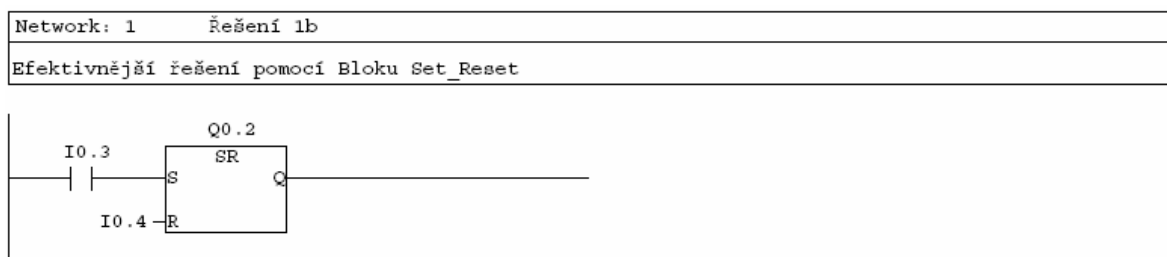
#### Zadání:

Vytvořte program, který po vložení lahvičky na začátek linky (světelná závora **4B4**, **I0.3**) spustí pás (**Q0.2**), který se zastaví ve chvíli, kdy lahvička dorazí před světelnou závora **4B5** (**I0.4**).

#### Řešení a):



#### Řešení b):



## 6.2 Úkol č.2 – Složitější ovládání pásu

### Zadání:

Vytvořte program, který po vložení lahvičky na začátek linky (světelná závora **4B4**, **I0.3**) spustí pás (**Q0.2**), který se zastaví ve chvíli, kdy lahvička dorazí před světelnou závoru **4B6** (**I0.5**). Výstup pro pneumatický oddělovač je **Q0.3**.

### Řešení a):

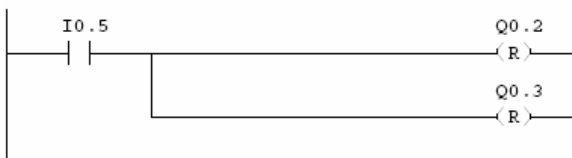
Network: 1      Řešení 2a  
 Spuštění pásu



Network: 2  
 Aktivace oddělovače

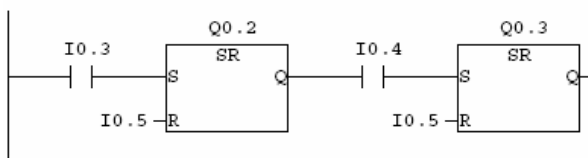


Network: 3  
 Vypnutí pásu a oddělovače



### Řešení b):

Network: 1      Řešení 2b  
 Efektivnější řešení



### 6.3 Úkol č.3 – Ovládání pásu a ventilu

#### Zadání:

Vytvořte program, který spustí dopravník po vložení lahvičky na pás a přesune lahvičku na plnicí místo, kde se pás zastaví a kde se otevře plnicí ventil na 2,5 vteřiny.

Vstupy: **4B4 - I0.3**; **4B5 - I0.4**;

Výstupy: Pás - **Q0.2**, Ventil - **Q0.1**.

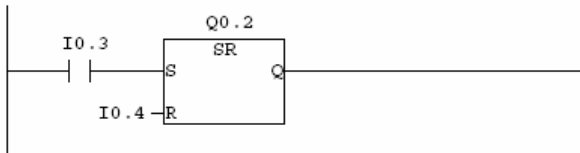
Použijte časovač Pulse a zkontrolujte, že v dávkovací nádrži není kapalina!

Zájemci mohou program rozšířit o dopravu lahvičky na konec pásu...

#### Řešení:

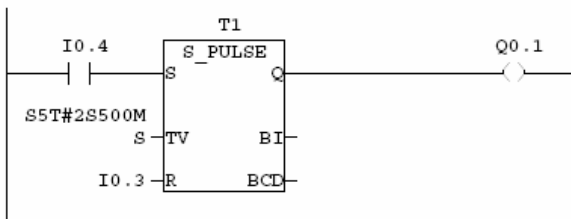
Network: 1      Řešení 3a

Spuštění/zastavení pásu...



Network: 2

Spuštění ventilu





## 6.4 Úkol č.4 – Ovládání čerpadla

### Zadání:

Vytvořte program, který načerpá do dávkovací nádrže přesně 2l kapaliny.

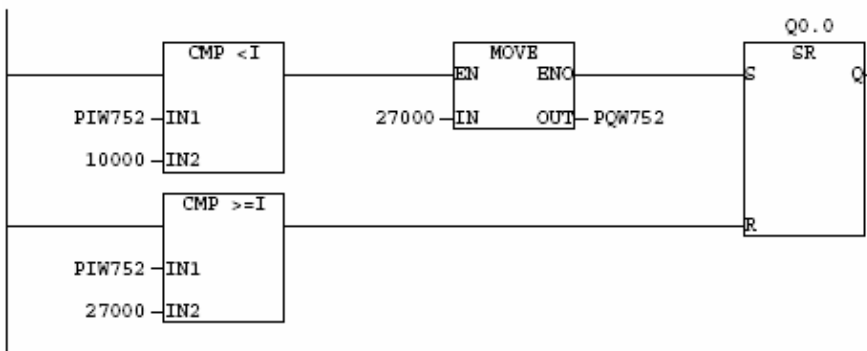
Vstupy: Hladina: **PIW752**;

Výstupy: Čerpadlo **Q0.0**; Otáčky čerpadla: **PQW752**.

### Řešení:

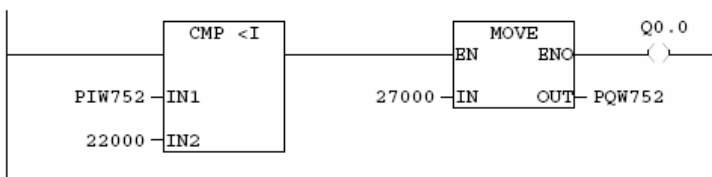
Network: 1      Řešení 4

Poprvé je nutné zjistit jaká hodnota PIW odpovídá 2l v dávkovací nádrži, takže do CMP nastavíme hodnotu vyšší cca 25000, ale ne vyšší než 27500, což je nejvyšší možné napustitelné množství... Poté postupně upouštíme kapalinu na 2l v dávkovací nádrži. A pomocí Debug - Monitor zjistíme danou hodnotu (22000). V případě, že je čerpadlo ovládáno analogově, je potřeba nastavit jeho otáčky...



Network: 2      Řešení 4

Tohle by poté byla jedna z variant správného řešení programu.



## 6.5 Úkol č.5 – Ovládání čerpadla 2

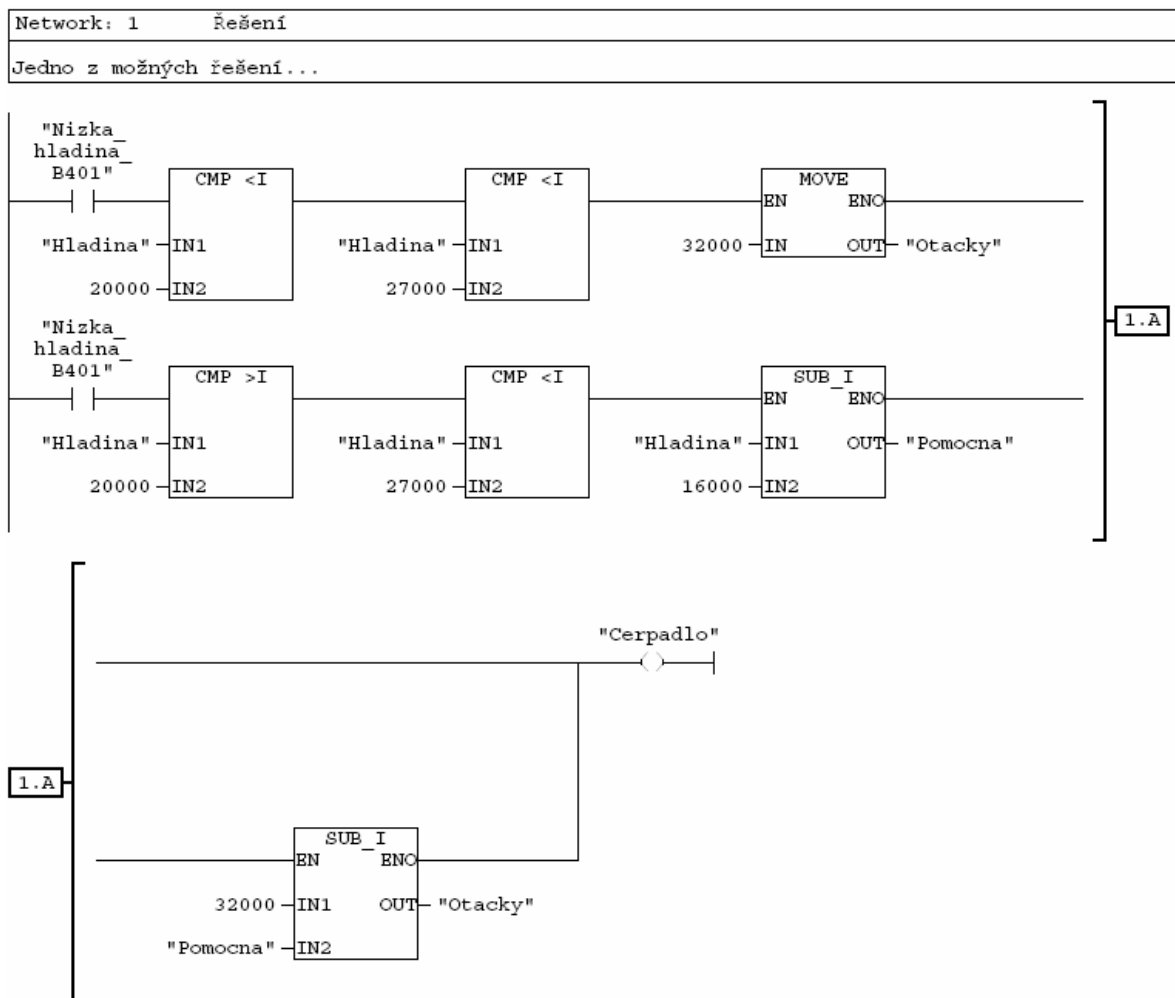
### Zadání:

Načerpejte vodu do dávkovací nádrže tak, aby čerpadlo (Q0.0) od určité chvíle začalo snižovat své otáčky, aby se hladina kapaliny před dočerpáním na stanovenou úroveň co nejvíce zklidnila...

Použijte nejvyšší hodnotu hladiny 27000.

Zabezpečte, aby se čerpadlo nespustilo pokud je v hlavní nádrži nízký stav kapaliny (I0.2).

### Řešení:



## 7 CONTROLWEB 2000

ControlWeb je velmi univerzální aplikace k ovládání řídicích procesů v reálném čase. Tato aplikace má velmi široké uplatnění ve všech možných oblastech, ať jde o potřeby vzdělávání nebo o reálné nasazení v nejnáročnějších provozech, jako jsou například jaderné elektrárny.

ControlWeb má rozsáhlou databázi komponent potřebné k tvorbě aplikací. Další předností jsou široké komunikační možnosti, ať se jedná o webové rozhraní, nebo jakékoliv jiné síťové rozhraní.

Předností je snadná obsluha, kdy se vybírají jen předem připravené komponenty, do kterých se doplňují události, které se mají odehrát. V případě jednoduchých aplikací si uživatel vystačí pouze s umístováním komponent a jednoduchého nastavování vstupů a výstupů. V případě složitějších řídicích procesů je k dispozici i strukturovaný programovací jazyk, který vzdáleně připomíná jazyk C.

ControlWeb umožňuje řídit jak aplikace závislé na změnách dat, tak i aplikace, kde prioritou je řízení a kontrola procesů v reálném čase.

K systému je dodáno několik ukázek, které demonstrují možnosti ControlWebu. Dalším kladem je rozsáhlá paleta průvodců a dokumentace, které usnadňují začínajícímu uživateli seznamování s tímto systémem [12].

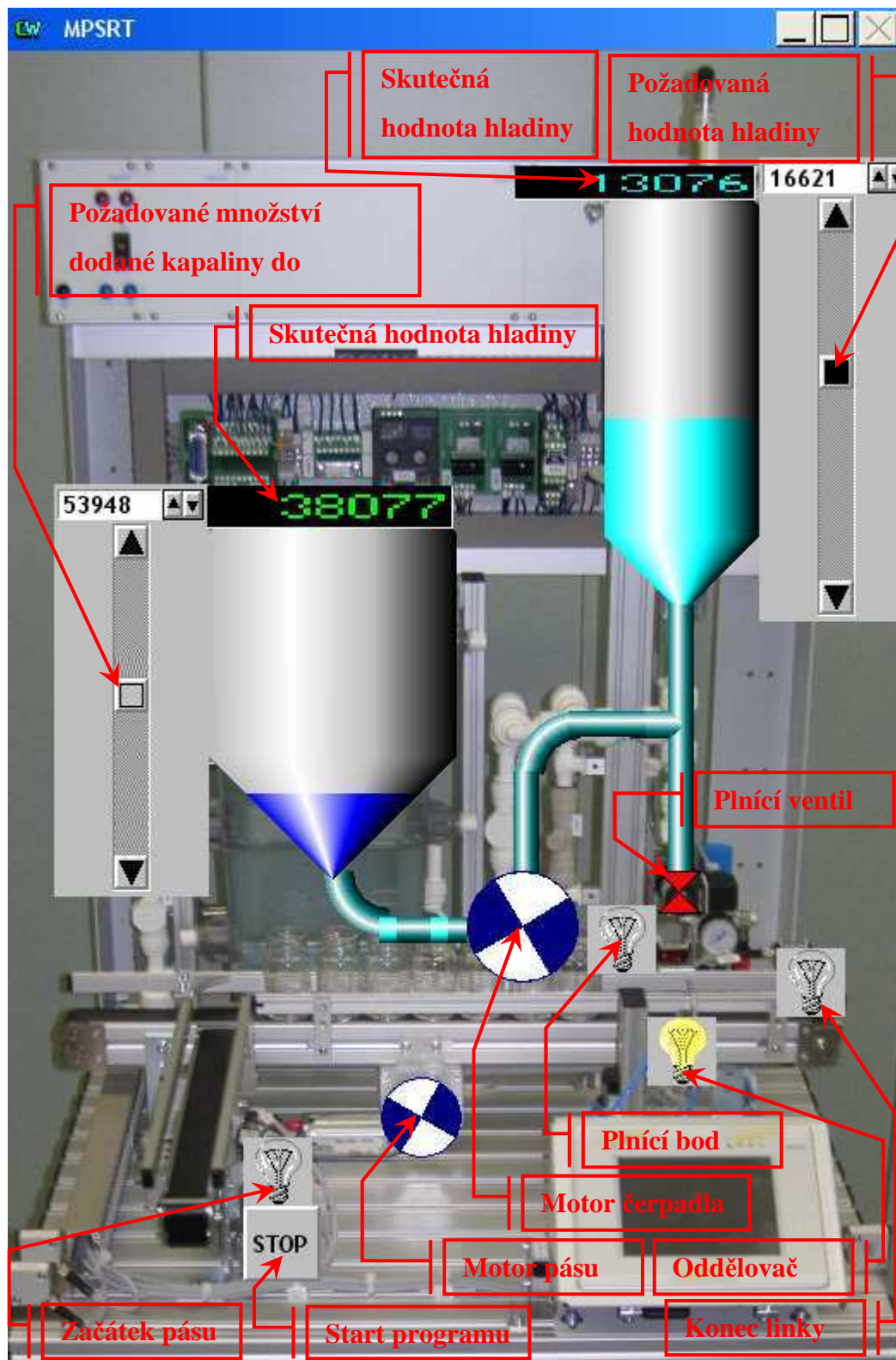
Jako největší nevýhodu ControlWebu lze zmínit občasnou „krkolomnost“ některých postupů, složité nastavování ovladačů a neintuitivnost. Další nevýhoda je v tom, že dokumentace, která i když je velmi rozsáhlá, neobsahuje zmínky o ošetřování a popisu chybových stavů a podrobnější popis funkcí využívaných při strukturovaném programování.

### 7.1 Vizualizace linky

Vizualizace spočívala v umístění fotografie linky na ovládací panel ControlWebu, na kterou byly posléze přidány komponenty, které se využívají při vlastní vizualizaci.

Jedná se o indikátory, které symbolizují přítomnost lahvíček na daných místech pásu (začátek linky, plnicí bod a konec linky), dále indikátor zobrazující činnost pneumatické zarážky. Dále jsou zde umístěny dvě součásti typu engine, které znázorňují činnost

čerpadla a pásu. Symbol ventilu zobrazuje plnicí ventil, kterým se plní lahvičky. Dalšími objekty jsou nádrže, slidery, kterými se nastavuje požadovaná výška hladiny v nádržích.



Obrázek 54 – Schéma ovládané linky v aplikaci Control Web 2000

Schéma je dále možné upravit i pro jednoduché řízení plnicí linky.

Ke komunikaci s PLC se využívá speciální ovladač dodaný firmou Moravské přístroje a.s., který funguje jako nadstavba aplikace Prodave MPI od firmy Siemens [7-5], [7-6].

## ZÁVĚR

Diplomová práce si vytkla několik cílů, které byly dosaženy. Plnicí linka byla zprovozněna a naprogramována s několika variantami programů. Programy srovnávají různé možnosti a přístupy k programování. Jsou tu zastoupeny programy, které fungují po „krocích“, tak i programy, které se snaží o přímé řízení všech vstupů a výstupů.

Dále byly porovnávány odlišné přístupy při měření úrovně hladiny v zásobníku, a tím i k plnění lahvíček, které došly k závěru, že nejlepšího přístup z hlediska přesnosti stáčeného objemu do lahvíček, je udržovat konstantní výšku hladiny v dávkovací nádrži a nechávat ventil otevřený na 2,5 vteřiny. Tímto je možné docílit, že objem kapaliny ve všech naplněných lahvíčkách bude konstantní. Při měření pomocí ultrazvukového čidla se naráží hned na několik problémů – první je kolísání a vlnění hladiny. To by teoreticky šlo eliminovat načtením například deseti hodnot a spočítáním jejich aritmetického průměru; Druhým důvodem je zpoždění při měření hladiny, který je neméně závažný, protože celá soustava má určité zpoždění, a tak není možné zajistit, aby byly všechny lahvičky naplněny na konstantní hodnotu. V případě plnění lahvíček tímto způsobem, může rozdíl v hladinách nabývat rozdílu i více než poloviny objemu lahvičky.

Dále se programy zabývají možností řídit čerpadlo pomocí analogového výstupu a regulovat jeho otáčky.

Dalším dílčím úkolem bylo vytvoření popisu linky a jejích součástí, který je uveden v příloze a v diplomové práci je obsažen pouze zlomek těchto informací.

Práce se dále zabývala prací s automaty SIMATIC, jejich charakteristikou a popisem vývojového prostředí SIMATIC STEP 7, které je opět uvedeno v příloze. Tento popis rozhodně není ucelený, lze jej použít jako „kuchařku“ jak napsat jednoduchý program pro SIMATIC S7, ale rozhodně neobsahuje popis všech možností, které Step 7 nabízí. K tomu lze velmi doporučit knihu [4] a firemní literaturu ke STEP 7 od firmy Siemens.

V příloze je dále obsažen stručný popis funkcí a bloků, které lze použít pro programování vlastních programů.

Dalším z cílů práce bylo vytvořit zadání několika úloh pro samostatnou práci studentů. I tento cíl byl splněn a práce obsahuje zadání a řešení pěti úkolů s postupně rostoucí obtížností.

Posledním úkolem byla vizualizace plnicí linky v prostředí aplikace ControlWeb.

Téma práce bylo obsáhlé a dle mého názoru by se některá z dalších prací mohla blíže zabývat prostředím STEP 7 a programování automatů SIMATIC, protože moc zkušeností s nimi v rámci naší univerzity není.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografie:

- [1] MARTINÁSKOVÁ, Marie, Ing., ŠMEJKAL, Ladislav, Ing., CSc. *Řízení programovatelnými automaty*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1998. 165 s. ISBN 80-01-01766-4.
- [2] MARTINÁSKOVÁ, Marie, Ing., ŠMEJKAL, Ladislav, Ing., CSc. *Řízení programovatelnými automaty II*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2000. 72 s. ISBN 80-01-02096-7
- [3] MARTINÁSKOVÁ, Marie, Ing., Ph.D.; ŠMEJKAL, Ladislav, Ing., CSc. *Řízení programovatelnými automaty III Softwarové vybavení*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. 161 s. ISBN 80-01-02804-6
- [4] BERGER, Hans. *Automatizace se STEPem 7 v AWL*. 2. vyd. Berlin und München: Siemens Aktiengesellschaft, 1998. 328 s. ISBN 3-89578-089-8
- [5] ZEŽULKA, František, Doc., Ing., CSc., BRADÁČ, Zdeněk, Ing., FIEDLER, Petr, Ing., KUČERA, Pavel, Ing., ŠTOHL, Karel, Ing. *Programovatelné automaty*. 1. vyd. Skripta FEKT VUT Brno, 2003. 79 s.

Interní dokumentace firem\*:

- [6] Festo <http://www.festo.com>, <http://www.festo-didactic.com>
  - [6-1] CD-MPS\English\04\_Bottling\Manual Bottling 696690\_de\_en.pdf
  - [6-2] CD-MPS\Sources\FED\_projects\535880\_FED\_Manual\_677332D2\_b.pdf
  - [6-3] CD-MPS\Sources\FED\_projects\705893\_FED\_Transfer the Project.pdf
  - [6-4] CD-MPS\Sources\FED\_projects\FED Designer 6 EN.pdf
  - [6-5] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\374134\_Gearmotor\_conveyor\_EN.pdf
  - [6-6] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\SOEX\_EN.pdf
  - [6-7] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\537723\_diffuse light sensor\_EN.pdf

---

\* V této části jsou použity odkazy převážně z dodaných CD-ROM od jednotlivých výrobců – CD-MPS znamená CD-ROM Festo MPS; CD-FED je CD-ROM FED Designer; CD-USB\_Adapter je CD-ROM SIMATIC PC USB Adapter;



- [6-8] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\689201\_en\_Tank, rectangular.pdf
- [6-9] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\691282\_en\_Float sensor.pdf
- [6-10] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\  
690588\_en\_Capacitive proximity sensor.pdf
- [6-11] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\17070x\_en\_Push-  
fit piping system.pdf
- [6-12] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\304518\_en\_Piping.pdf
- [6-13] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\034035\_IO\_terminal\_EN.pdf
- [6-14] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\526213\_en\_Analogue terminal.pdf
- [6-15] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\526214\_Comparator\_EN.pdf
- [6-16] CD-MPS\English\03\_Reactor\Data sheets\541150\_en\_Motor controller.pdf
- [6-17] CD-MPS\English\03\_Reactor\Data sheets\  
150768\_Starting\_current\_limiter\_EN.pdf
- [6-18] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\  
691383\_en\_Float sensor \_overflow protection.pdf
- [6-19] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\691326\_en\_Acoustic sensor.pdf
- [6-20] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\689200\_en\_Tank, round.pdf
- [6-21] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\  
541148\_en\_2\_2-way solenoid valve.pdf
- [6-22] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\196927\_solenoid valve\_EN.pdf
- [6-23] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\170712\_en\_Pump.pdf
- [6-24] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\529351\_feed separator\_EN.pdf
- [6-25] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\537723\_diffuse light sensor\_EN.pdf
- [6-26] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\165323\_receiver\_EN.pdf
- [6-27] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\165353\_transmitter\_EN.pdf
- [6-28] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\  
152894\_Start\_up\_valve\_filter\_control\_valve\_EN.pdf
- [6-29] CD-MPS\English\00\_Boards\Plc\  
668857\_Manual\_PLC\_Board\_Siemens\_S7\_31x.pdf
- [6-30] CD-FED\English\705893\_FED\_Transfer the MPS PA Project.pdf
- [7] Siemens <http://www.siemens.com>
- [7-1] CD-USB\_Adapter\Manuals\English\PC\_Adapter\_USB - manual.pdf

- [7-2] CD-USB\_Adapter\\_Product\_Information\English\PC\_Adapter\_USB - Readme.rtf
- [7-3] CD-USB\_Adapter\\_Product\_Information\English\  
PC\_Adapter\_USB - FW - Readme.rtf
- [7-4] overview\_SIMATIC\_s7\_300\_2005\_cz.pdf  
<http://www1.siemens.cz/ad/current/file.php?fh=035a99ae3c&aid=162602>  
(21.07.2008)
- [7-5] CD-PRODAVE\\_Manuals\English\Prodave MPI\_IE – manual.pdf
- [7-6] CD-PRODAVE\\_Manuals\English\Prodave MPI – manual.pdf
- [7-7] Dokumentace STEP 7
- [8] Exor
- [8-1] [http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/11B73204D472E5AAC1256FD60039539A/\\$file/tn215-0.pdf](http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/11B73204D472E5AAC1256FD60039539A/$file/tn215-0.pdf) (11.08.2008)
- [8-2] [http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/0405E5C70827B93DC125712D005B0A62/\\$file/tn235-0.pdf](http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/0405E5C70827B93DC125712D005B0A62/$file/tn235-0.pdf) (11.08.2008)
- [8-3] [http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/9A70CEB57C262077C12573790036E191/\\$file/tn253-1.pdf](http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/9A70CEB57C262077C12573790036E191/$file/tn253-1.pdf) (11.08.2008)
- [8-4] [http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/7AE256B7A4374781C1257265002BDA0F/\\$file/Tn179-05.pdf](http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/7AE256B7A4374781C1257265002BDA0F/$file/Tn179-05.pdf) (11.08.2008)
- [8-5] [http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/898B105D40BBC398C1257340002A4DCA/\\$file/CA128-1.pdf](http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/898B105D40BBC398C1257340002A4DCA/$file/CA128-1.pdf) (11.08.2008)
- [8-6] [http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/CE7DB72E8F059E7EC1257021002BCA49/\\$file/tn061-3.pdf](http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/CE7DB72E8F059E7EC1257021002BCA49/$file/tn061-3.pdf) (11.08.2008)
- Ostatní zdroje:
- [9] KAFKA, Jan, TESAŘ, Petr. *Programování PLC SIMATIC S7-300*. 1. vyd. Trutnov: SPŠ a SOU Trutnov, 2005. 78 s.  
<http://www.spstrutnov.cz/o-skole/projekty/programovani-plc/programovani-plc.pdf>  
(13.06.2008)

- [10] *Programovanie PLC SIMATIC 300*. 50 s.  
<http://www.bhole.sk/download/siemens/siemens300.pdf> (24.06.2008)
- [11] BÉLAI, Igor. *Riadiaci systém SIMATIC S7-300*. Skripta KAR STU Bratislava, 2002. 120 s. [http://www.bhole.sk/download/siemens/Riadiaci\\_system\\_SIMATIC\\_S7-300\\_pwd.pdf](http://www.bhole.sk/download/siemens/Riadiaci_system_SIMATIC_S7-300_pwd.pdf) (24.06.2008)
- [12] BÍLÝ Radek, CAGAŠ Pavel, CAGAŠ Roman, HLADŮVKA David, KOLAŘÍK Martin, SOBOTÍK Jan, ZÁLEŠÁK Miroslav, ZGARBA Zdeněk. *Control Web 2000*. 1. vyd. Computer Press Praha, 1999. 384 s.
- [13] *Encyklopedie elektromagnetické kompatibility*  
<http://www.urel.feec.vutbr.cz/EncyklopedieEMC/index.php?soubor=9.htm>  
(1.07.2008)
- [14] *Wikipedie, otevřená encyklopedie* <http://cs.wikipedia.org/wiki/ASCII> (13.07.2008)

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

<b>°C</b>	Stupeň Celsia	
<b>A</b>	Ampér	
<b>ASCII</b>	American Standard Code for Information Interchange	Americký standardní kód pro výměnu informací [14]
<b>cm</b>	Centimetr	
<b>DC</b>	Direct Current	Stejnoseměrný proud [12]
<b>DIN</b>	Deutsche Industrie Norm/Deutsches Institut für Normung	Označení německých technických norem / Německý institut pro normalizaci [12]
<b>EN</b>	European norm	Evropská norma
<b>EPDM</b>	Ethylenpropylendienový kaučuk	
<b>g</b>	Gram	
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commission	Mezinárodní elektrotechnická komise [12]
<b>ISO</b>	International Organization of Standardization	Mezinárodní organizace pro standardizaci
<b>kΩ</b>	Kiloohm	
<b>l</b>	Litr	
<b>m</b>	Metr	
<b>MB</b>	Megabyte	Megabajt
<b>min.</b>	Minuta	
<b>mm</b>	Milimetr	
<b>MPI</b>	Multipoint Interface	
<b>MPS</b>	Modular Production System	Modulární systém výroby
<b>N.m</b>	Newton Metr	
<b>PLC</b>	Programmable Logic Controller	Programovatelný automat
<b>V</b>	Volt	
<b>VA</b>	Volt-Ampér	
<b>VDE</b>	Verband Deutscher Elektrotechniker	Svaz Německých Elektrotechniků [12]

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 – Festo MPS®PA Bottling Station.....	11
Obrázek 2 – Celkový pohled na plnicí linku [6-1] .....	13
Obrázek 3 – Dotykový panel Festo FED-120-COL-SA .....	14
Obrázek 4 – Vstupně/výstupní porty dotykového panelu .....	15
Obrázek 5 – Pásové dopravníky.....	16
Obrázek 6 – Světelná závora.....	17
Obrázek 7 – Infračervený přijímač/vysílač .....	18
Obrázek 8 – Hlavní nádrž .....	18
Obrázek 9 – Plovákový senzor [6-9] .....	19
Obrázek 10 – Kapacitní snímač .....	19
Obrázek 11 – Detail potrubního systému.....	20
Obrázek 12 – Možné varianty push-in spojek potrubí [6-11].....	20
Obrázek 13 – Schéma propojovacího terminálu[6-1].....	21
Obrázek 14 – Digitální I/O terminál .....	22
Obrázek 15 – Analogový I/O terminál.....	23
Obrázek 16 – Komparátor.....	23
Obrázek 17 – Ovladač motorů .....	24
Obrázek 18 – Můstek pro změnu analogových vstupů na digitální.....	25
Obrázek 19 – Ochranný obvod proti přetečení nádrží .....	25
Obrázek 20 – Proudové omezovače.....	26
Obrázek 21 – Plovákový senzor dávkovací nádrže [6-18] .....	26
Obrázek 22 – Ultrazvukový senzor.....	27
Obrázek 23 – Dávkovací nádrž.....	28
Obrázek 24 – Elektromagnetický ventil.....	29
Obrázek 25 – Odvzdušňovací a přepouštěcí ventil.....	30
Obrázek 26 – Čerpadlo .....	30
Obrázek 27 – Pneumatický oddělovač.....	31
Obrázek 28 – Regulační vzduchový ventil s filtrem.....	32
Obrázek 29 – Celkový pohled na PLC board SIMATIC S7-313C.....	33
Obrázek 30 – Svorkovnice PLC Boardu.....	34
Obrázek 31 – Napájecí a komunikační konektory PLC Boardu .....	34

Obrázek 32 – Kabel pro analogové I/O .....	35
Obrázek 33 – Konfigurace S7-300 [7-4] .....	37
Obrázek 34 – PLC SIMATIC S7-313C .....	37
Obrázek 35 – Detail svorkovnice a konektoru MPI.....	39
Obrázek 36 – PC USB Adaptér .....	40
Obrázek 37 – Schéma propojení PC a PLC pomocí PC USB Adaptéru [7-1] .....	41
Obrázek 38 – Konektory a LED Adaptéru [7-1].....	42
Obrázek 39 – Schéma propojení samostatného systému [7-1] .....	43
Obrázek 40 – Propojení sítě s více než dvěma uzly pomocí kabelu Profibus [7-1] .....	44
Obrázek 41 – Kabel Profibus .....	44
Obrázek 42 – Napájecí kabely PLC Boardu a kabely digitálních vstupů a výstupů.....	46
Obrázek 43 – Připojení kabelů k PLC boardu .....	46
Obrázek 44 – Zdíčky pro připojení napájení PLC boardu a hlavní vypínač plnicí linky.....	47
Obrázek 45 – Porty ovládacího panelu [6-30] .....	47
Obrázek 46 – Připojení kabeláže k dotykovému panelu.....	48
Obrázek 47 – Napájecí kabel .....	48
Obrázek 48 – Napájecí konektor s kabelem .....	48
Obrázek 49 – Vzduchová hadice s rychlospojkami pro přívod stlačeného vzduchu.....	49
Obrázek 50 – Připojení přívodu vzduchu k regulačnímu ventilu .....	49
Obrázek 51 – PC USB adaptér k propojení PC - PLC.....	50
Obrázek 52 – Kabel k propojení dotykového panelu a PC .....	50
Obrázek 53 – Programovací kabel panelu připojený k sériovému portu PC .....	50
Obrázek 54 – Schéma ovládané linky v aplikaci Control Web 2000 .....	76

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 – Technická data plnicí linky [6-1].....	12
Tabulka 2 – Stav panelu indikované LED diodami [6-2] .....	15
Tabulka 3 – Vysvětlivky stavů stavových diod PLC [9] .....	38
Tabulka 4 – Funkce přepínače funkcí [9] .....	38
Tabulka 5 – Postup při restartování PLC [9] .....	39
Tabulka 6 – Podporované sítě a přenosové rychlosti PC USB adaptéru [7-1] .....	41
Tabulka 7 – Popis významu diod PC USB Adaptéru [7-1] .....	42
Tabulka 8 – Přehled adresovatelných vstupů a výstupů plnicí linky .....	53

**SEZNAM PŘÍLOH**

<b>1</b>	<b>POPIS PLNICÍ LINKY.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>POPIS PLC BOARDU SIMATIC S7 313C.....</b>	<b>48</b>
<b>3</b>	<b>SIMATIC S7 PROFESSIONAL.....</b>	<b>70</b>
<b>4</b>	<b>POPIS ZÁKLADNÍCH FUNKCÍ.....</b>	<b>84</b>
<b>5</b>	<b>OBSAH PŘILOŽENÉHO CD.....</b>	<b>88</b>



# **Model výrobní linky řízený programovatelným automatem**

The model of production system controlled by programmable logic  
controller

Bc. Tomáš Hrazdil

## OBSAH PŘÍLOHY

<b>1</b>	<b>POPIS PLNICÍ LINKY .....</b>	<b>4</b>
1.1	FUNKCE PLNICÍ LINKY .....	5
1.2	SOUČÁSTI PLNICÍ LINKY.....	6
1.2.1	Dotykový panel Festo FED-120-COL-SA (Exor eTop 11).....	7
1.2.1.1	Popis panelu .....	7
1.2.1.2	Ovládání panelu .....	9
1.2.1.3	Technické specifikace panelu .....	11
1.2.2	Pásové dopravníky a světelné závory.....	12
1.2.2.1	Popis dopravníků (4M31, 4M32).....	13
1.2.2.2	Světelné závory (4B4, 4B5, 4B6) .....	13
1.2.2.3	Infračervené přijímače a vysílače (4PA_BUSY, IP_N_FO, 4PA_FREE) .....	14
1.2.3	Hlavní nádrž (B401).....	14
1.2.3.1	Popis hlavní nádrže .....	14
1.2.3.2	Plovákový senzor (4B11).....	16
1.2.3.3	Snímače výšky hladiny hlavní nádrže (4B2, 4B3)[6-10] .....	17
1.2.3.4	Systém spojek, trubek a hadic .....	18
1.2.4	Propojovací terminál .....	21
1.2.4.1	Digitální I/O terminál (XMA2).....	23
1.2.4.2	Analogový I/O terminál (XMA3) .....	24
1.2.4.3	Komparátor (4A1).....	27
1.2.4.4	Ovladač motorů (4A4) .....	29
1.2.4.5	Můstek pro změnu analogových výstupů na digitální (4X4) .....	32
1.2.4.6	Měřicí převodníky.....	32
1.2.4.7	Ochranný obvod proti přetečení nádrží (4K10) .....	33
1.2.4.8	Proudové omezovače (4A2,4A3).....	33
1.2.5	Plovákový senzor dávkovací nádrže (4B10).....	34
1.2.6	Ultrazvukový snímač hladiny (4B1) .....	36
1.2.7	Dávkovací nádrž (B402) .....	38
1.2.8	Elektromagnetický ventil (V403).....	40
1.2.8.1	Další ventily na lince .....	41
1.2.9	Čerpadlo (P401) .....	42
1.2.10	Pneumatický oddělovač (4M4) .....	45
1.2.11	Počáteční vzduchový regulátor s filtrací .....	46
<b>2</b>	<b>POPIS PLC BOARDU SIMATIC S7 313C .....</b>	<b>48</b>
2.1	PLC BOARD .....	49
2.1.1	Popis PLC Boardu .....	49
2.1.2	Technická data PLC Boardu.....	51
2.2	PLC SIEMENS SIMATIC S7-313C.....	51
2.2.1	Popis automatu .....	53
2.2.2	Reset automatu, vymazání paměti.....	55
2.2.3	Tabulky propojení kontaktů .....	56
2.2.3.1	Digitální vstupy a výstupy .....	56
2.2.3.2	Analogové vstupy a výstupy .....	57
2.2.4	Datové typy u SIMATIC S7-300.....	57

2.2.5	Komunikační možnosti SIMATIC S7-300 .....	59
2.2.5.1	Rozhraní MPI.....	59
2.2.5.2	Profibus.....	59
2.2.5.3	Ethernet.....	59
2.2.6	Technická data SIMATIC S7-313C .....	60
2.3	PROGRAMOVACÍ PC USB ADAPTÉR .....	61
2.3.1	Popis adaptéru .....	62
2.3.2	Obsah balení [7-1].....	63
2.3.3	HW/SW požadavky.....	63
2.3.4	Popis dodaného HW.....	63
2.3.4.1	Zapojení rozhraní MPI.....	64
2.3.4.2	Zapojení USB.....	66
2.3.5	Práce s PC USB adaptérem .....	66
2.3.5.1	Konfigurace rozhraní .....	67
2.3.5.2	Připojení k síti MPI/DP.....	67
2.3.6	Technická data PC USB adaptéru .....	69
<b>3</b>	<b>SIMATIC STEP 7 PROFESSIONAL .....</b>	<b>70</b>
3.1	POSTUP PŘI VYTVOŘENÍ PROGRAMU .....	70
3.1.1	Vytvoření nového projektu.....	70
3.1.2	Hardwarová konfigurace .....	71
3.1.2.1	Nastavení PLC .....	74
3.1.2.2	Stažení hardwarové konfigurace z PLC.....	75
3.1.3	Tvorba programu.....	76
3.2	KONFIGURACE KOMUNIKACE PG-PLC .....	79
3.3	NAHRÁVÁNÍ PROJEKTU DO PLC .....	80
3.4	MONITOROVÁNÍ VSTUPŮ A VÝSTUPŮ .....	81
3.5	POJMENOVÁNÍ VSTUPŮ A VÝSTUPŮ VLASTNÍMI JMÉNY .....	81
<b>4</b>	<b>POPIS ZÁKLADNÍCH FUNKCÍ.....</b>	<b>84</b>
4.1	BINÁRNÍ LOGICKÉ FUNKCE .....	84
4.2	KOMPARÁTORY .....	85
4.3	KONVERTORY.....	85
4.4	ČÍTAČE.....	86
4.5	FUNKCE PRO POČÍTÁNÍ .....	86
4.6	FUNKCE MOVE .....	86
4.7	ČASOVAČE .....	87
<b>5</b>	<b>OBSAH PŘILOŽENÉHO CD .....</b>	<b>88</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>89</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>93</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>94</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>97</b>

## 1 POPIS PLNICÍ LINKY

Festo Didactic jsou výukové systémy, které slouží pro výuku automatizace procesů a technologií. Tyto systémy jsou zaměřeny na různé výukové a odborné požadavky. Systémy a stanice modulárního výrobního systému pro automatizaci procesů (MPS®PA) usnadňují odborné a další vzdělávání v souladu s průmyslovou praxí.



Obrázek 1 – Festo MPS®PA Bottling Station

Hardware se skládá z didakticky připravených průmyslových komponent. Plnicí linka poskytuje vhodný systém, přičemž tyto klíčové kvalifikace mohou být vyučovány v prakticky

orientované formě. Dále také umožňuje učit a zlepšovat dovednosti, jako jsou schopnost pracovat v týmu, ochota spolupracovat a organizační schopnosti.

Souběžně je možné trénovat schopnosti uplatnitelné v praxi při odborné přípravě projektů, které zahrnují: Plánování, montáž, programování, provoz, kontrolu, optimalizace kontrolních parametrů, údržbu a odhalování chyb [6-1].

Ke stanici je dodán PLC Board osazený automatem podle přání zákazníka. V našem případě byl osazen automat Siemens SIMATIC S7 313C, jehož podrobný popis bude uveden v následující kapitole.

V následující tabulce jsou uvedena některá technická data plnicí linky. V dalších podkapitolách budou rozepsány charakteristiky jednotlivých součástí a i jejich technické parametry.

Parametr	Hodnota
Maximální provozní tlak v potrubí	0,5 baru (50 kPa)
Napájecí zdroj pro stanici	24 V DC/4,5 A
Základní profilová deska	70x70x3,2 cm
Průtok čerpadla	0 – 6 l/min.
Objem dávkovací nádrže	max. 3 l
Objem hlavní nádrže	max. 10 l
Flexibilní potrubní systém	DN15 (průměr 15 mm)
Počet digitálních vstupů	8
Počet digitálních výstupů	6
Počet analogových vstupů	1
Počet analogových výstupů	1 (2)
Rozsah signálu pro ovládání čerpadla	(0 – 24 V)
Rozsah měření hladiny akustického čidla	rozsah 500 – 150 mm 0 – 10 V DC

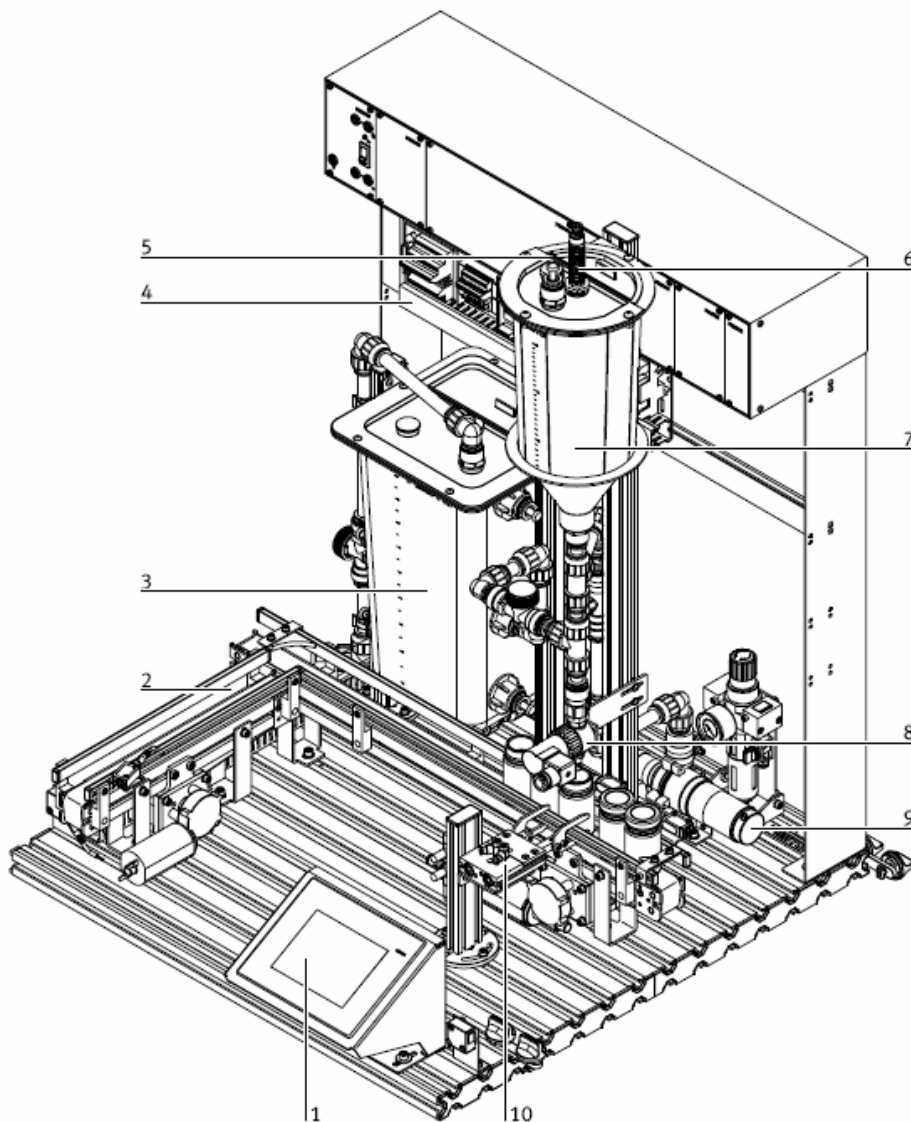
*Tabulka 1 – Technická data plnicí linky [6-1]*

## 1.1 Funkce plnicí linky

Plnicí linka kombinuje uzavřenou smyčku kontrolního systému s digitálními a analogovými snímači a akčními členy. Řízení linky obstarává PLC v součinnosti s uzavřenou smyč-

kou regulátoru. Na začátek linky jsou vkládány prázdné lahvičky, které jsou dopravníky přepraveny do plnicího místa. Po vybrání příslušného receptu a počtu lahviček, které mají být naplněny, jsou lahvičky naplněny kapalinou z dávkovací nádrže nebo je možné plnit libovolný počet lahviček kontinuálně. Kontrola konstantního objemu plnění lahviček probíhá pomocí vestavěného PID regulátoru.

## 1.2 Součásti plnicí linky



Obrázek 2 – Celkový pohled na plnicí linku [6-1]

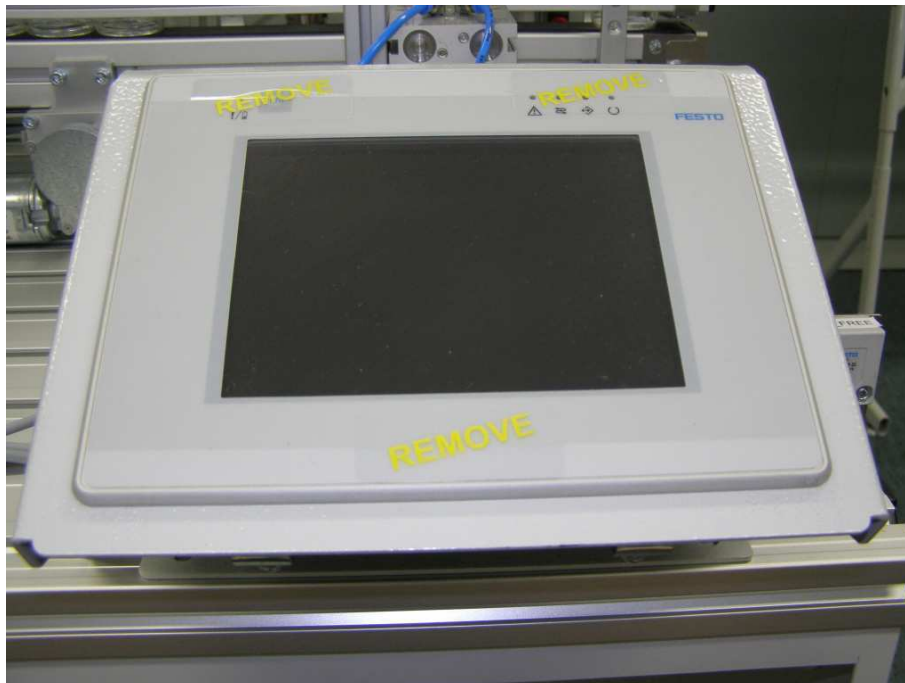
O každé součástce budou dále uvedeny podrobnější technické informace, čísla součástí na obrázku odpovídají číslování třetí úrovně kapitol.

### 1.2.1 Dotykový panel Festo FED-120-COL-SA (Exor eTop 11)

Jedna z prvních věcí, která na plnicí lince zaujme, je dotykový panel umístěný v pravé části linky. Pro firmu Festo tento panel vyrábí OEM výrobce Exor pod svým označením eTop 11C.

Tento panel slouží k vizualizaci a kontrole procesu probíhajícího na lince, dále díky němu můžeme probíhající proces ovládat, upravovat receptury, přepínat automatický a manuální mód, popřípadě celý proces zastavit.

#### 1.2.1.1 Popis panelu







Obrázek 3 – Dotykový panel Festo FED-120-COL-SA

Panel obsahuje 5,6“ dotykový displej s rozlišením 320x240 bodů v 16-ti barvách. Tento panel může zobrazit až 16 řádků textu po 40-ti znacích. Dále je v panelu umístěna záložní baterie pro zálohu dat, konkrétně tedy data, času, historie událostí a receptů [6-2].

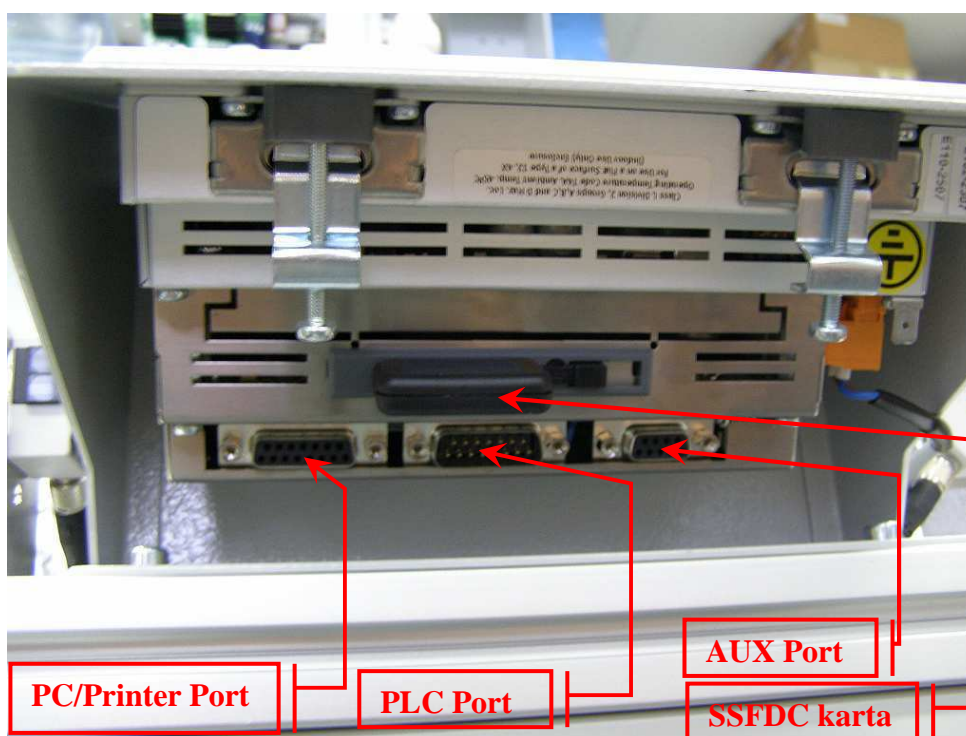
V horní části panelu jsou umístěny diody, které informují uživatele o stavu panelu a stavu komunikace s PLC/PC.

Popis jednotlivých stavů diod je uveden v následující tabulce.

LED		Stav	Význam
Jméno/Symbol	Barva		
Neoznačené (Horní levá)	Červená	Vypnutá	Nedetekována žádná hardwarová chyba
		Blikající	Vybitá baterie
		Svítilí	Chyba hardwaru
	Zelená	Vypnutá	Nebyla stisknuta žádná klávesa
		Zapnutá	Vizuální odezva stisknuté klávesy
	Zelená	Zapnutá	Panel zapisuje data do své interní flash paměti
RUN/ 	Zelená	Vypnutá	Chyba hardwaru
		Zapnutá	Panel je zapnutý
COM/ 	Zelená	Bliká	Chyba komunikace
		Svítilí	Komunikace v pořádku
Alarm/ 	Červená	Vypnutá	Alarm nenastaven
		Bliká	Alarm potřebuje potvrzení
		Svítilí	Alarm je aktivní

Tabulka 2 – Stav panelu indikované LED diodami [6-2]

Ze spodní strany jsou umístěny konektory, které slouží k propojení s okolním světem.



Obrázek 4 – Vstupně/výstupní porty dotykového panelu



PC/Printer port slouží k propojení panelu s počítačem, ke kterému se připojuje pomocí sériového rozhraní RS-232. K tomuto portu je možné připojit i tiskárnu.

PLC port slouží k propojení s některými typy průmyslových automatů, jako například SAIA, Festo, Allen-Bradley, Melsec....

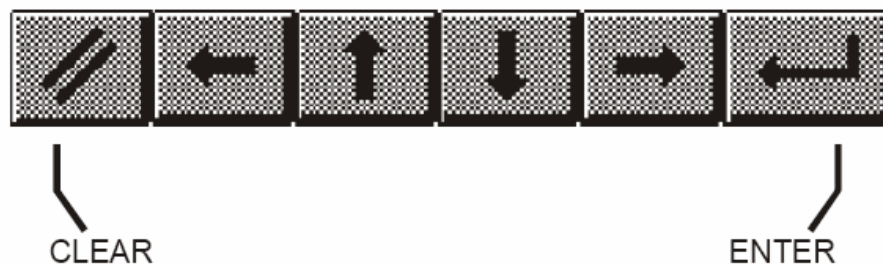
Pomocí AUX portu se připojují další zařízení. Typ komunikace tohoto portu určuje zásuvná karta, umístěná uvnitř panelu. V našem případě je zde osazena karta TCM07, která s ovladačem v panelu zajišťuje komunikaci pomocí SIMATIC S7 MPI protokolu a dodaný PLC board s automatem Siemens se připojuje právě sem...

Panel obsahuje slot pro tzv. SSFDC kartu, což je speciální průmyslová paměťová karta, která funguje na stejném principu, jako dnes již nevyužívané paměťové karty SmartMedia. Kapacita této karty je 8MB a je na ni možno uložit projekt, firmware, nebo i komunikační driver pro AUX port.

K programování dotykového panelu se používá Software firmy Exor Designer 6, který byl dodán s modelem linky.

### 1.2.1.2 Ovládání panelu

V případě, že v panelu není nahrán žádný projekt, objeví se při zapnutí tzv. konfigurační mód a ve spodní části obrazovky bude zobrazeno 6 tlačítek, stejně jako na následujícím obrázku.



Obrázek 5 – Tlačítka panelu [6-2]

Stiskem jednotlivých tlačítek se provádí daná volba akce.

**Konfigurační mód**

ENTER	Zobrazí typ a verzi použitého komunikačního ovladače (pokud je osazen)
ENTER (2 s)	Přepnutí do Operačního módu (Spuštění uloženého projektu a komunikace) (Klávesu je nutné držet alespoň dvě vteřiny)

**Operační mód**

↑	Posouvání stránky nahoru
↓	Posouvání stránky dolů
←	Předchozí strana
→	Následující strana
ENTER (2 s)	Vyvolání příkazového módu
0/INS	Vyvolání módu zadávání dat
9/PRN/Prt scr	Vytištění stránky/zrušení tisku
ENABLE (2 s)	Vyvolání módu přímého přístupu
6/0-■	Vyvolání módu zadávání hesla
3/⌚	Vyvolání módu zadávání data a času

**Příkazové menu**

↑	Výběr nahoru
↓	Výběr dolů
←	Výběr vlevo
→	Výběr vpravo
ENTER	Aktivovat vybranou funkci
CLEAR	Návrat do módu stránek

**Systémové menu**

↑	Výběr nahoru
↓	Výběr dolů
←/→	Aktivovat vybranou funkci
ENTER	Návrat do módu stránek při vybraném EXT
CLEAR	Návrat do módu stránek

**1.2.1.3 Technické specifikace panelu**

<b>Parametr</b>	<b>Hodnota</b>
Napájecí napětí	18 – 30 V DC
Záložní baterie	3 V 270 mA CR2430 s životností cca 1. rok
Pojistka	Panel obsahuje zařízení zabraňující přepětí

*Tabulka 3 – základní technická data panelu [6-2]*

Panely jsou určeny k montáži na přední strany krytů ovládaných zařízení, přesné rozměry jsou uvedeny v [6-2].

<b>Parametr</b>	<b>Hodnota</b>
Displej	16x40 STN Color
Podsvícení	CCFL
Grafika	320x240
Úhlopříčka	5.6“
Uživatelská paměť	16 MB
Dotyková obrazovka	Ano
Systémové LED	5
PC/Tiskárnový port	Ano
PLC port	Ano
AUX port	Ano
Programovací rychlost	9600 – 38400 baudů
Baterie	Ano
Paměť receptů	32 kB
Alarmy	1024
Seznam událostí	1024
Hardwarové hodiny	Ano
Spořič obrazovky	Ano
Bzučák	Ano
Max. proud	600 mA
Rozměry ŠxVxH	187x147x82 mm

*Tabulka 4 – Technická data panelu [6-2]*

Parametr	Hodnota	Norma
Provozní teplota	0 – 45 °C	EN 60068-2-14
Skladovací teplota	-20 – 70 °C	EN 60068-2-14
Provozní a skladovací vlhkost	5 – 85 % bez kondenzace	EN 60068-2-30
Chvění	10 – 57 Hz 0,075 mm špičkově 57 – 150 Hz, 1 G	EN 60068-2-6
Otřesy	50 G, 11 ms, 3 impulsy na osu	EN 60068-2-27
Ochranná třída panelu	IP 65 čelní panel	EN 60529
Spolehlivost klávesnice	>3 mil. operací	
Technologie dotykové obrazovky	Odporová	
Spolehlivost dotykové obrazovky	> 1 mil. operací	

*Tabulka 5 – Technická data prostředí panelu [6-2]*

### 1.2.2 Pásové dopravníky a světelné závory

Pásové dopravníky slouží k přepravě prázdných lahvíček k plnicímu místu. V modelu jsou umístěny dva dopravníky v pravém úhlu.



*Obrázek 6 – Pásové dopravníky*

### 1.2.2.1 Popis dopravníků (4M31, 4M32)

Oba pásové dopravníky jsou elektricky spojeny, tudíž se pohybují vždy společně. O pohon každého dopravníku se stará stejnosměrný 24V servomotor, který je trvale připojen k reverzibilnímu šnekovému převodu. Hřídele motoru a převodu jsou umístěny vůči sobě do pravého úhlu. Ovládání motorů se děje pomocí Booleovského výstupu **Q0.2**, čímž se rozběhnou oba motory (**4M31** a **4M32**) pásů současně [6-5].

V následující tabulce jsou vypsána technická data obou pásových dopravníků.

Parametr	Hodnota
Jmenovité napětí:	24 V DC
Jmenovitý proud:	1,5 A
Jmenovitá rychlost hnací hřídele	65 ot/min
Redukční stupeň	1
Jmenovitý krouticí moment	1 N.m
Možnost zpětného chodu	Ano
Startovací krouticí moment	7 N.m
Připojení	2 ploché piny
Váha	452 g

Tabulka 6 – Technická data dopravníků [6-5]

### 1.2.2.2 Světelné závory (4B4, 4B5, 4B6)

K dopravníkům jsou přišroubovány tři světelné závory – **4B4 (I0.3)** pro signalizaci přítomnosti lahvičky k naplnění a rozběhnutí pásu. Závora **4B5 (I0.4)** signalizuje přítomnost lahvičky v místě plnění a slouží k zastavení pásu. Poslední závora **4B6 (I0.5)** signalizuje, že naplněná lahvička dosáhla konce linky a je potřeba tuto lahvičku odebrat.



Obrázek 7 – Světelná závora

Použité světelné závory mají přímý výstup světelného paprsku a také testovací vstup.

Typ použitých světelných závor na páse je SOEG-RTH-Q20-PP-S-2L-TI a jejich technická a elektronická data jsou uvedena v [6-6] a [6-25].

### *1.2.2.3 Infračervené přijímače a vysílače (4PA\_BUSY, IP\_N\_FO, 4PA\_FREE)*

Plnicí linka je dále doplněna o infračervené přijímače a vysílače, které mají za úkol informovat okolní stanice MPS o stavu plnicí linky. Jsou to: **4PA\_BUSY (Q0.7)**, který informuje ostatní linky, že plnicí linka je zaneprázdněná. Dále **4PA\_FREE (I0.7)**, informující o tom, že linka je připravena. Další je **IP\_N\_FO (Q0.6)**, která signalizuje předchozí stanici, že je zaneprázdněný pás. Technická data těchto infračervených součástí jsou uvedena v [6-6],

[6-26] a [6-27].



*Obrázek 8 – Infračervený  
přijímač/vysílač*

### **1.2.3 Hlavní nádrž (B401)**

V hlavní nádrži je umístěna tekutina, která se po přečerpání do dávkovací nádrže napouští do lahvíček.

#### *1.2.3.1 Popis hlavní nádrže*

Nádrž může uchovat až 12 l kapaliny. Na horní, spodní a bočních stranách nádrže je několik otvorů, z nichž je většina zaslepená. Tyto otvory mohou sloužit k připojení dalších trubek nebo čidel. Z horní strany je k nádrži přivedeno potrubí s ventilem, pomocí kterého je

možné dodávat další kapalinu do soustavy. Je zde velmi důležité dbát na to, aby kapalina nepřetekla přes horní okraj nádrže [6-8].



Obrázek 9 – Hlavní nádrž

Dále jsou uvedena technická data nádrže.

Parametr	Hodnota
Materiál	Macrolon 2805
Dovolená provozní teplota	Max. 65 °C
Kapacita:	
Celkový maximální objem nádoby:	12 l
Efektivní provozní objem nádoby:	10 l
Škálování stupnice na nádrži:	0,5 – 10 l
Rozměry:	
Šířka vnější/vnitřní	200/190 mm
Hloubka vnější/vnitřní	200/190 mm
Výška vnější/vnitřní	350/340 mm
Průměr připojitelného Push-in potrubí	15 mm

Tabulka 7 – Technická data hlavní nádrže [6-8]

### 1.2.3.2 Plovákový senzor (4B11)

Na levé straně nádrže v horní části je umístěn plovákový senzor (4B11), jehož funkcí je zabezpečit, aby čerpadlo nenačerpalo do nádrže více než 10 l kapaliny, což je operativní kapacita nádrže, a kapalina v nádrži tak nepřetékla. Funkce probíhá tak, že při překročení maximální hladiny, plovák odstaví čerpadlo od napájení dokud hladina v nádrži opět nepoklesne [6-9].



Obrázek 10 – Plovákový senzor [6-9]

Vzhledem k tomu, že je tento senzor vyroben z Polypropylenu, je možné jej využít až do teplot 107°C ve vodě, olejích (kromě minerálních) a ostatních chemikáliích.

Tento senzor je ideální i pro využití v potravinářském průmyslu, lékařském inženýrství atd.

Funkce senzoru je jednoduchá. V senzoru je umístěn magnet, který ovládá hermeticky uzavřený spínač. V případě, že došlo ke kritické úrovni hladiny kapaliny v nádrži, plovák se vychýlí a magnet umístěný uvnitř přepne spínač z polohy „sepnuto“ do polohy „vypnuto“. Pokud hladina tekutiny klesne, magnet spínač opět sepne.

V případě, že bude senzor umístěn opačně, budou opačné i jeho vlastnosti, tzn. při nízkém stavu hladiny bude spínač rozepnut, při vysokém stavu hladiny se spínač sepne.



Dále jsou uvedena technická data plovákového senzoru.

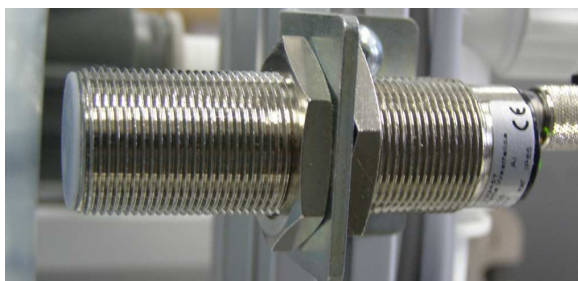
Parametr	Hodnota
Materiál:	
Přepínací tubus/plovák	Polypropylen
Kabelové objímky	PVC
Provozní teplota	-40 °C – 107 °C
Minimální hustota kapaliny	0,55
Provozní tlak	7 bar
Typ jazýčkového přepínače	20 VA
Dráha pohybu plováku	55 mm
Ochranná třída dle DIN 40050	IP64
Přepravní hmotnost	cca. 80 g

Tabulka 8 – Technická data plovákového senzoru [6-9]

### 1.2.3.3 Snímače výšky hladiny hlavní nádrže (4B2, 4B3)[6-10]

Na levé straně hlavní nádrže jsou umístěny dva kapacitní senzory (4B2, 4B3), které mají za úkol informovat obsluhu o přibližné úrovni hladiny v hlavní nádrži. Pro PLC jsou tyto dvě čidla připojena na vstupy **I0.1** a **I0.2**.

Tato čidla využívají principu změny kapacity kondenzátoru v rezonančním RC obvodu. V případě, že se měřený materiál (v našem případě kapalina v nádrži) přiblíží k čidlu, vzroste kapacita kondenzátoru a tím pádem dojde ke změně rezonanční odezvy RC obvodu, která je dále vyhodnocována [6-10].



Obrázek 11 – Kapacitní snímač

Změny v kapacitě závisí především na vzdálenosti, rozměrech a dielektrické konstantě příslušného materiálu.

Žlutá LED dioda indikuje, že čidlo je sepnuté a zelená LED dioda indikuje připravenost čidla. Citlivost snímače lze upravit šrouby.

Parametr	Hodnota
Přípustné provozní napětí	12 – 48 V
Přepínací výstup PNP	Normálně otevřený kontakt
Jmenovitá spínací vzdálenost (nastavitelná)	9,5 – 10 mm
Hystereze (pokud jde o nominální spínací vzdálenosti)	1,9 – 2 mm
Maximální proud při sepnutí	200 mA
Maximální spínací frekvence	25 Hz
Aktuální spotřeba v idle stavu	≤20 mA
Dovolená provozní/okolní teplota	-10°C – 50°C
Třída ochrany	IP65
Ochrana proti přepólování a zkratu	Odolné proti trvalému zkratu a přetížení
Materiály: Přední strana	PTFE
Obal	Mosaz, Nikl
Rozměry obalu	M18x59,7 mm
Indikace: Zapnuté napájení:	Zelená LED dioda
Sepnutý stav:	Žlutá LED dioda
Typ připojení:	Konektor M8 3pin
Váha:	55 g

Tabulka 9 – Technická data kapacitního senzoru [6-10]

#### 1.2.3.4 Systém spojek, trubek a hadic

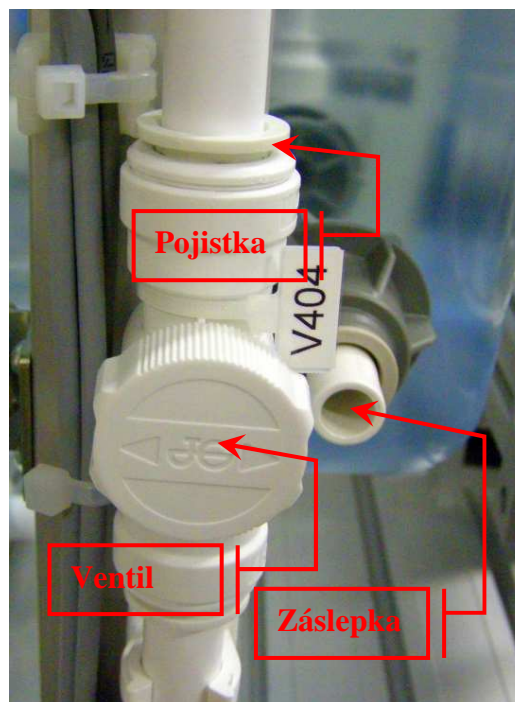
Potrubí a spojky používané u MPS stanic vynikají svou rychlostí při montáži, jsou spolehlivé a odolné proti netěsnostem. To zabezpečuje systém „Push-fit“, kde stačí jednotlivé díly a spojky jen zasunout do sebe [6-11].



Obrázek 12 – Kleště na řezání trubek

K montáži potrubí není potřeba žádné speciální nářadí a probíhá tak, že se potrubí zkrátí pomocí dodaných řezacích kleští na požadovanou délku tak, aby v místě řezu vznikla rovná plocha bez ostrých hran. Poté je potřeba u některých spojek povolit pojistnou objímku. Nakonec se potrubí a spojka do sebe lehce zatlačí a zajistí se zašroubováním pojistné objímky.

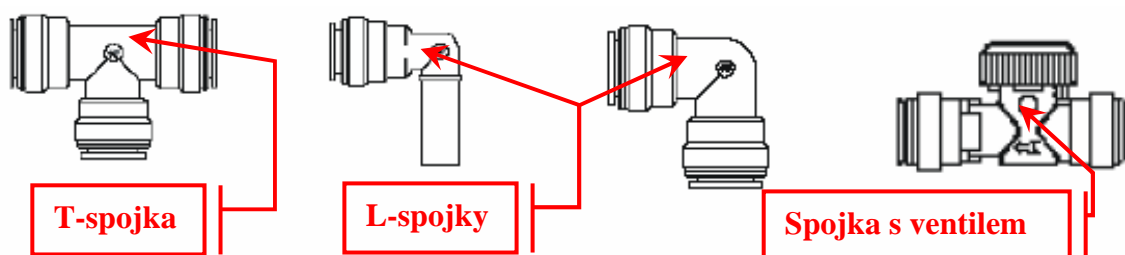
Demontáž spočívá v povolení pojistných objímek a zatlačením pojistky směrem do spojky, poté lze jednotlivé trubky lehce vytáhnout ze spoje [6-11].



Obrázek 13 – Detail potrubního systému



Obrázek 14 – Dodané hadice a další součásti



Obrázek 15 – Možné varianty push-in spojek potrubí [6-11]

Parametr	Hodnota
Provozní charakteristiky:	
Studená voda	20 °C/10 bar
Horká voda	65 °C/7 bar
Centrální systém vytápění	82 °C/4 bar
Roztažná síla	>1200 N/20 °C
Průtržný tlak	>40 bar/20 °C
Protékající médium	Voda nebo plyny
Provozní tlak	Max. 6 bar při 80 °C
Materiál	Plastic PEM (Polymerelectrolytmembranes)
Venkovní průměr potrubí	15 mm

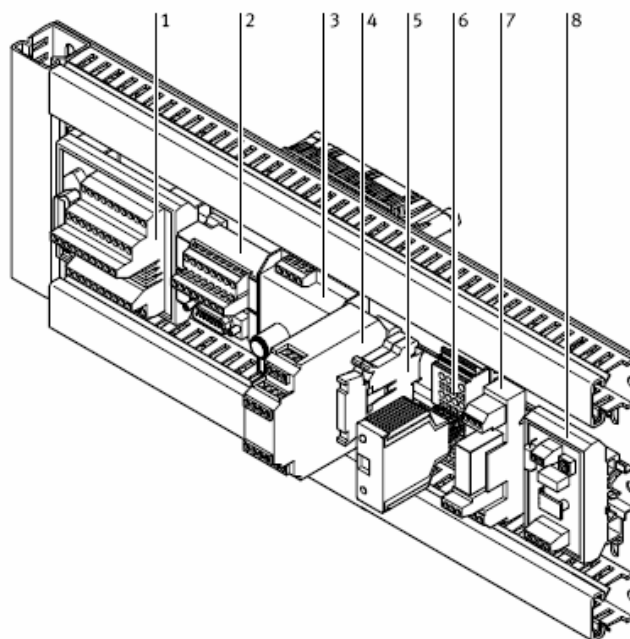
Tabulka 10 – Technická data potrubních spojek [6-11]

Parametr	Hodnota
Materiál	Polyetylen (PE)
Teplota a tlak	
Studená voda	20 °C/12 bar
Horká voda	65 °C/6 bar
Deformační teplota	114 °C
Roztažnost	1 % z celkové délky při teplotě 20 – 82 °C
Médium	Voda
Světlo	Nutnost ochrany před trvalým ozařováním UV světlem
Venkovní průměr potrubí	15 mm
Maximální délka jedné trubky	2 m

*Tabulka 11 – Technická data potrubí [6-12]*

#### 1.2.4 Propojovací terminál

Propojovací terminál slouží jako rozhraní pro analogové a digitální vstupně-výstupní signály. Všechny analogové signály jsou převedeny na napětí 0 – 10 V, aby mohly být použitelné na analogovém terminálu. Binární vstupy, kterých je maximálně 8 vstupních a 8 výstupních se připojují k I/O terminálu (1). Tímto je zajištěna kompatibilita s EasyPortem, SimuBoxem, EduTrainerem a PLC Boardy [6-1].



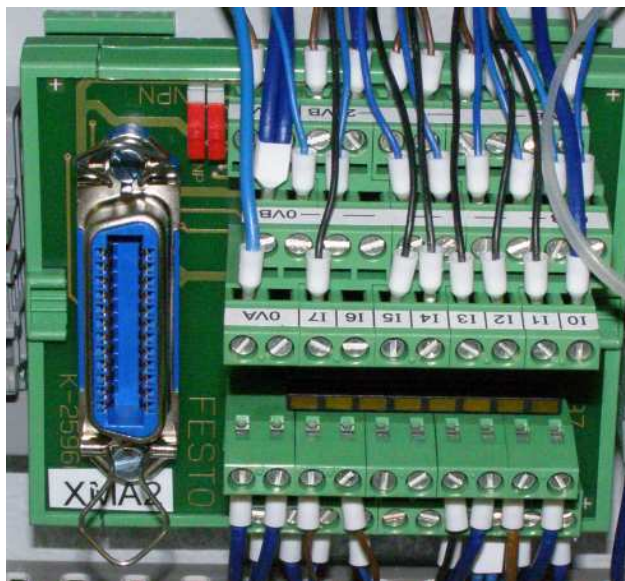
Obrázek 16 – Schéma propojovacího terminálu[6-1]

Popis součástí terminálu z obrázku [6-1]:

1. Digitální I/O terminál (Syslink): připojení vstupů, např. snímače výšky hladiny hlavní nádrže a propojení s výstupy, např. ovládání čerpadel.
2. Analogový terminál (Syslink analogový): Analogové připojení pro monitorování skutečné hodnoty  $x$  a manipulaci s proměnnou  $y$ .
3. Komparátor: Aktuální naměřená hodnota může být převedena do digitálního signálu pomocí porovnání naměřené a nastavených hodnot u dvou potenciometrů.
4. Regulátor motorů: Umožňuje analogové ovládání motorů (0 – 10 V odpovídá 0 – 24 V)
5. Můstek pro změnu analogových výstupů na digitální.
6. Měřicí převodník: Převede zpracovávané signály do standardizovaných hodnot napětí (0 – 10 V) (Pozn.: U linky, kterou se zabýváme, převodník nebyl instalován)
7. Ochranný obvod proti přetečení nádrží: Hrozí-li že nádrž přeteče, signál z plováků odstaví čerpadlo od napájení.
8. Startovní omezovače proudu: Omezují maximální hodnotu proudu v lince (např. při zahájení současného provozu více motorů)

Jednotlivé zmíněné součásti budou podrobněji popsány v následujících kapitolách.

### 1.2.4.1 Digitální I/O terminál (XMA2)

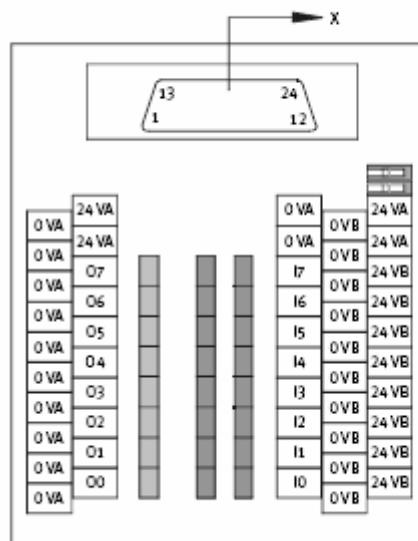


Obrázek 17 – Digitální I/O terminál

Digitální terminál (**XMA2**) je multifunkční a umožňuje současně ovládat 8 digitálních vstupů a 8 digitálních výstupů, které jsou vyvedeny na šroubovací svorky. Každý vstup, nebo výstup má vlastní svítivou LED diodu, která umožňuje kontrolovat jeho stav. Dále terminál může poskytovat napětí pro vstupy a výstupy o výši 0 – 24 V. Všechny ovládané vstupy jsou vyvedeny do jednoho 24-pinového konektoru Centronics. Odtud je terminál pomocí speciálního I/O kabelu propojen s PLC, nebo jiným zařízením. Terminál je možné snadno připevnit na DIN lištu [6-13].

Parametr	Hodnota
Počet vstupů s LED	8
Počet výstupů s LED	8
Počet napájecích míst s 0 V	4
Počet napájecích míst s 24 V	4
Typ konektoru	AMPHENOL-Tuchel 24-pin, 57 GE série

Tabulka 12 – Technická data I/O terminálu [6-13]

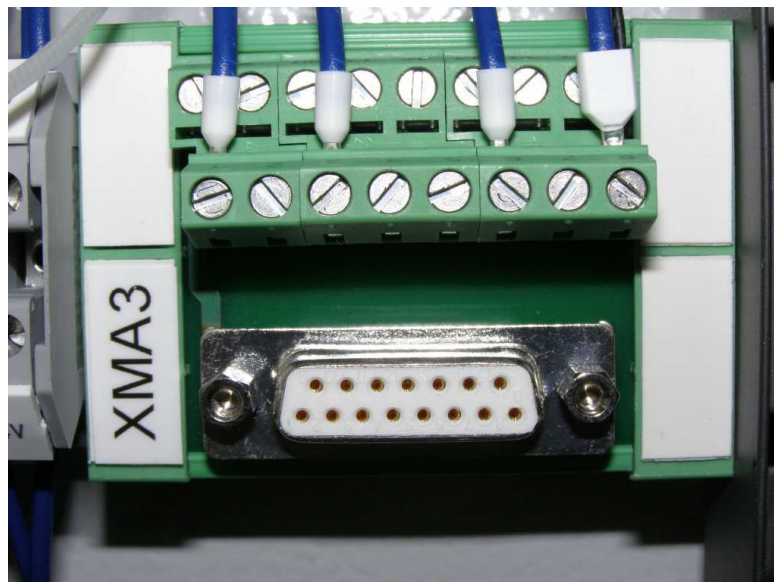


PIN 1	00
PIN 2	01
PIN 3	02
PIN 4	03
PIN 5	04
PIN 6	05
PIN 7	06
PIN 8	07
PIN 9	24 VA
PIN 10	24 VA
PIN 11	0 VA
PIN 12	0 VA
PIN 13	I0
PIN 14	I1
PIN 15	I2
PIN 16	I3
PIN 17	I4
PIN 18	I5
PIN 19	I6
PIN 20	I7
PIN 21	24 VB
PIN 22	24 VB
PIN 23	0 VB
PIN 24	0 VB

Obrázek 18 – Schéma I/O terminálu [6-13]

Vstupy a výstupy terminálu lze zapojit pro kladné spínání (PNP) nebo záporné spínání (NPN). Toho se dá dosáhnout přepnutím dvou červených přepínačů do pozice PNP nebo NPN [6-13].

### 1.2.4.2 Analogový I/O terminál (XMA3)

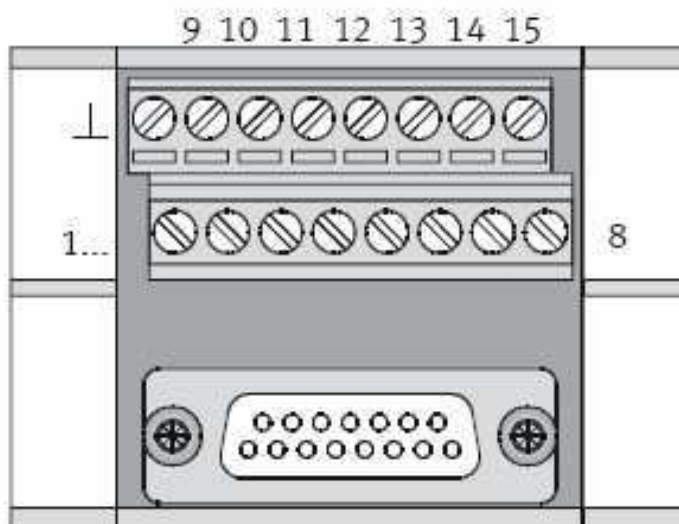


Obrázek 19 – Analogový I/O terminál

Analogový terminál (**XMA3**) je svorkovnice vhodná pro připojení analogových snímačů a akčních členů k řídicí jednotce (PLC, EasyPortDA, Simu-Box, atd.) s pomocí 15-ti pinové-



ho D-Sub rozhraní. Takto mohou být propojeny až 4 analogové vstupy a 2 analogové výstupy. Terminál je možné montovat na DIN lištu [6-14].



Obrázek 20 – Schéma analogového terminálu [6-14]

Parametr	Hodnota
Počet analogových vstupů	4
Počet analogových výstupů	2
Počet zemí pro vstupy a výstupy	2
Jmenovité napětí	125V
Maximální proudové zatížení	2,5A
Počet pinů	15
Rozměry výška/šířka/délka	42/6/45 mm
Okolní provozní teplota	-20°C – 50°C

Tabulka 13 – Technická data analogového I/O terminálu [6-14]

Vysvětlivky k následující tabulce:

- UO – Napěťový výstup
- GNDO – Uzemnění výstupu
- II – Proudový vstup
- IO – Proudový výstup
- UI – Napěťový vstup
- GNDI – Uzemnění vstupu

Rozdělení pinů		Analogový terminál
Analog	Funkce	Terminál
Výstup (O)	UO1	1
	UO2	2
	GNDO	3
Vstup (I)	II2	4
	II1	5
	GNDI	6
	UI2	7
	UI1	8
Výstup (O)	IO2	9
	IO1	10
Vstup(I)	II4	12
	II3	13
	UI4	14
	UI3	15

*Tabulka 14 – Rozdělení pinů [6-14]*

### 1.2.4.3 Komparátor (4A1)



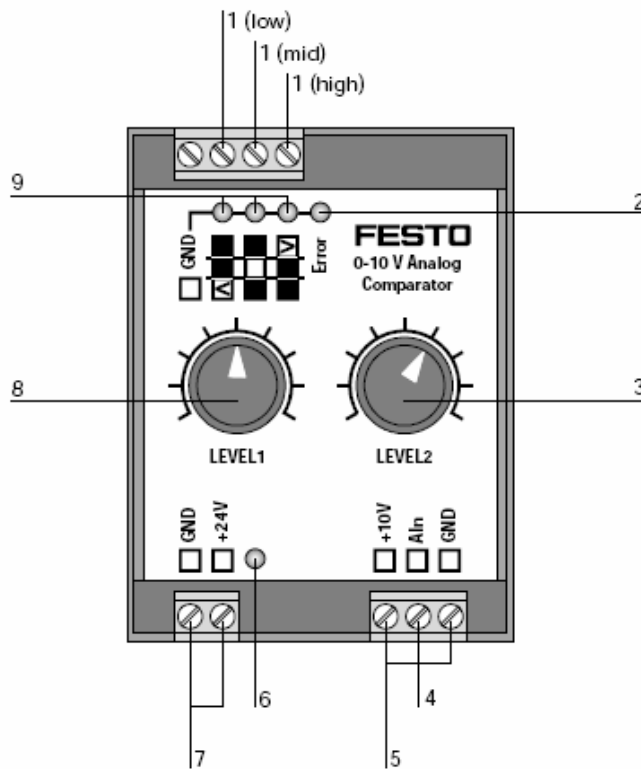
Obrázek 21 – Komparátor

Komparátor převádí analogový výstupní signál přes lineární převodní snímač na digitální výstupní signál. K dispozici jsou tři digitální výstupy:

1. Pro naměřené hodnoty nižší než mezní hodnota 1
2. Pro naměřené hodnoty mezi mezními hodnotami 1 a 2
3. Pro naměřené hodnoty vyšší než mezní hodnota 2

Meze jsou nastavitelné pomocí dvou potenciometrů LEVEL1 a LEVEL2. Aktivní digitální výstup je zobrazen pomocí LED diod. Komparátor je možné montovat do DIN lišty a elektrické propojení obstarává šroubová svorkovnice [6-15].

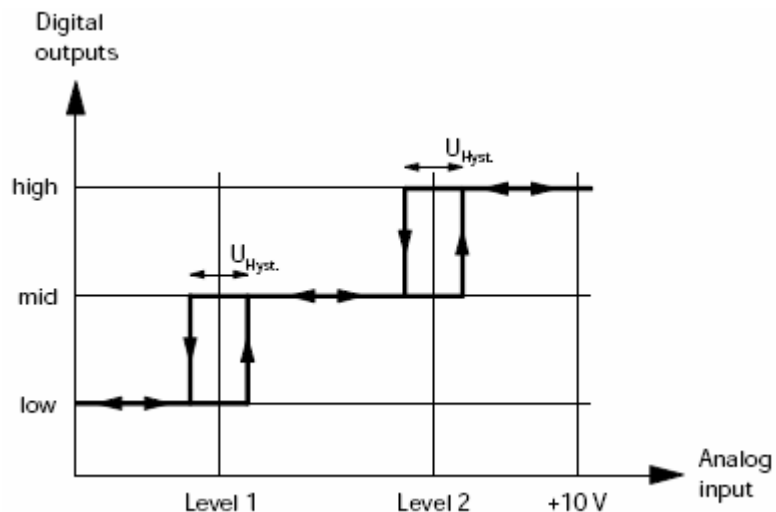
Komparátor slouží k přibližnému určení výšky hladiny v dávkovací nádrži (**B402**), střední úroveň z komparátoru je přivedena na vstup **I0.0** automatu. Je škoda, že z komparátoru nejsou vyvedeny i ostatní dva výstupy do automatu, který má dostatek volných vstupů. Určitě by to rozšířilo možnosti plnicí linky.



Obrázek 22 – Schéma komparátoru [6-15]

Vysvětlivky k schématu: [6-15]

- |   |   |   |                                 |
|---|---|---|---------------------------------|
| 1 | Digitální výstupy                               | 6 | Indikace připojeného napájení   |
| 2 | Indikace chyby na výstupu                       | 7 | Externí napájecí napětí         |
| 3 | Potenciometr LEVEL2 (horní mez)                 | 8 | Potenciometr LEVEL1 (dolní mez) |
| 4 | Analogové vstupy                                | 9 | Indikace sepnutého stavu výstup |
| 5 | Referenční napětí lineárního převodního snímače |   |                                 |



Obrázek 23 – Hystereze při přepínání výstupů [6-15]

Parametr	Hodnota
Provozní napětí	20 – 28 V DC
Proud	Nejvýše 200 mA
Přepínací výstupy	3 – PNP otevřené
Maximální spínací proud	50 mA na kanál
Výstupní napětí $U_{ref}$	10 V DC (max 50 mA)
Analogový vstup	0 – 10 V
Hystereze $U_{Hyst.}$	80 mV
Stupeň ochrany	IP20
Elektrické spojení	Šroubová svorkovnice pro kabely o max. průřezu 75 mm <sup>2</sup>

Tabulka 15 – Technická data komparátoru [6-15]

#### 1.2.4.4 Ovladač motorů (4A4)

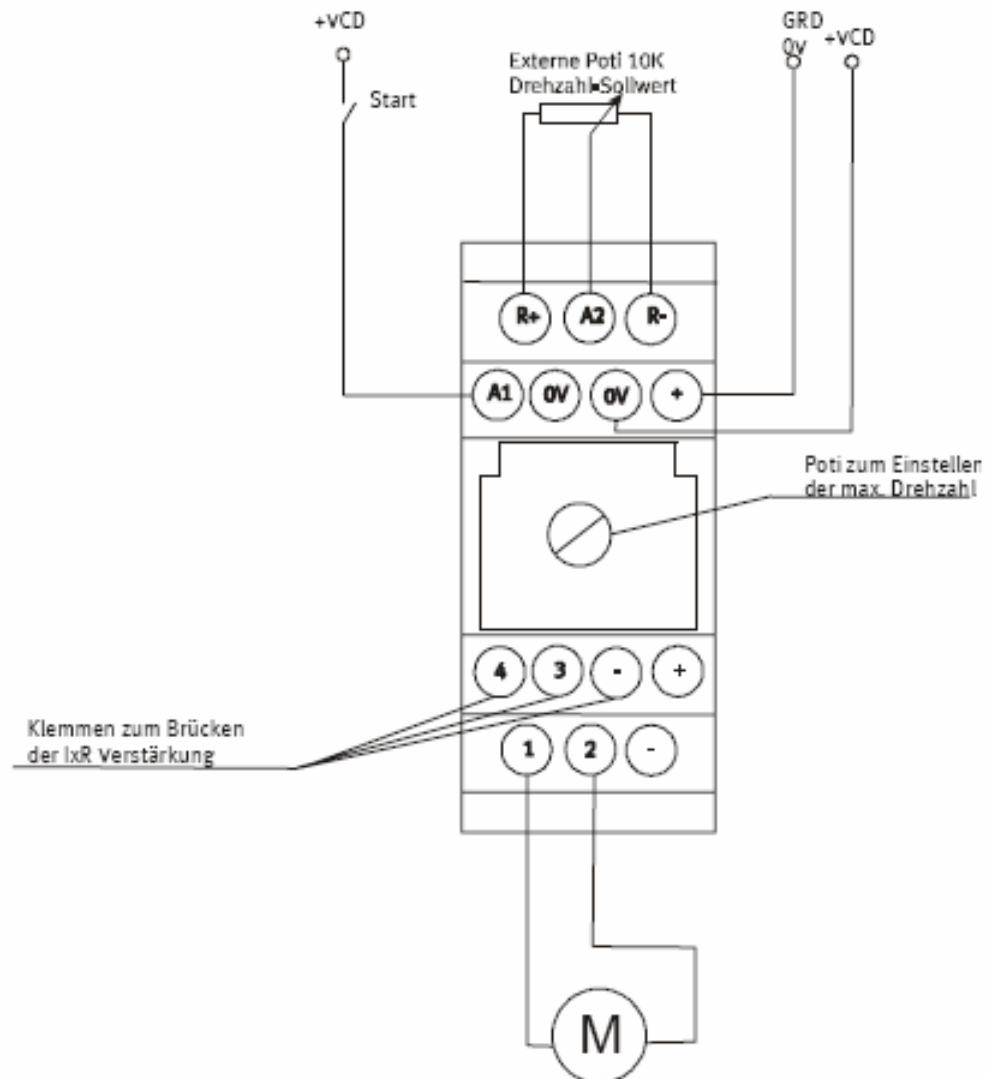
Tento regulátor umožňuje analogově ovládat dva 24 V DC motory a plynule řídit jejich rychlost. Zajišťuje spolehlivé zapnutí a vypnutí motorů a v odpojeném stavu i jejich dynamické brzdění. Zesílení  $I_{xR}$  může být upraveno pomocí můstku mezi GND a svorkou 3 (zesílení 1) nebo svorkou 4 (zesílení 2). Regulátor je možné montovat na DIN lištu [6-16].



Obrázek 24 – Ovladač motorů

Můstek	Zesílení IxR
Žádný	Minimální zesílení
GND a svorka 3	Nastavitelné zesílení
GND a svorka 4	Maximální zesílení, neměnné

Tabulka 16 – Možnosti zesílení IxR [6-16]



Obrázek 25 – Schéma ovladače motoru [6-16]

R+	Referenční napětí 10 V	Externí potenciometr 10 k $\Omega$ pro nastavení žádané hodnoty rychlosti
A2	Žádaná hodnota	
R-	Referenční napětí 0 V	
A1	Start	
0V	Uzemnění	
0V	AGNDO Uzemnění analogového výstupu	
+	+VCC napájení ze zdroje	
4	IxR zesílení 2	
3	IxR zesílení 1	
-	GND – uzemnění pro zesílení 1+2	
+	Napájení ze zdroje	
1	Motor (-)	Připojení motorů
2	Motor (+)	
-	Uzemnění	

Tabulka 17 – Vysvětlivky k Obrázek 25 [6-16]

Parametr	Hodnota
Jmenovité/spouštěcí napětí	24 V DC
Jmenovitý rozsah napětí	18 – 35 V DC
Vstupní proud	10 mA
Napěťový rozsah analogového vstupu	0 – 10 V DC

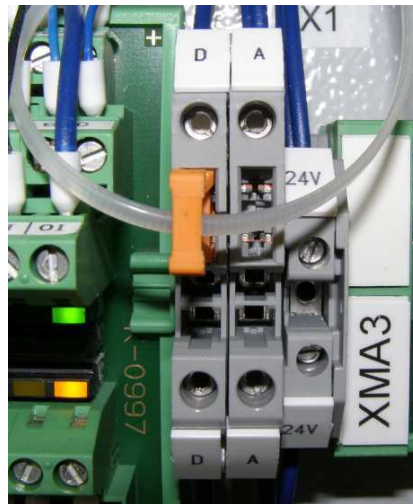
Tabulka 18 – Technická data pro vstupní obvod [6-16]

Parametr	Hodnota
Rozsah spínacího napětí / napětí pro motory	18 – 35 V DC
Maximální stálé proudové zatížení	3,5 A
Maximální proud před odstavením	15 A
Rychlost	0 – 10 V nastavitelná
Výkonový tranzistor	MOS-FET

Tabulka 19 – Technická data pro výstupní obvod [6-16]

#### 1.2.4.5 Můstek pro změnu analogových výstupů na digitální (4X4)

Funkce tohoto můstku je jednoduchá; přemístěním můstku je možné některé výstupy ovládat analogově nebo digitálně. V případě plnicí linky jde hlavně o čerpadlo kapaliny z hlavní nádrže do dávkovací nádrže, u kterého je možné měnit otáčky pomocí analogového výstupu **PQW752**.



Obrázek 26 – Můstek pro změnu analogových vstupů na digitální

#### 1.2.4.6 Měřicí převodníky

Měřicí převodníky u popisované linky nebyly instalovány.



#### 1.2.4.7 Ochranný obvod proti přetečení nádrží (4K10)

V případě, že hrozí přetečení v některé z nádrží, tento obvod ihned, nezávisle na programu v PLC a stavu plnicí linky, odstaví čerpadlo od dodávky elektrické energie.



Obrázek 27 – Ochranný obvod  
proti přetečení nádrží

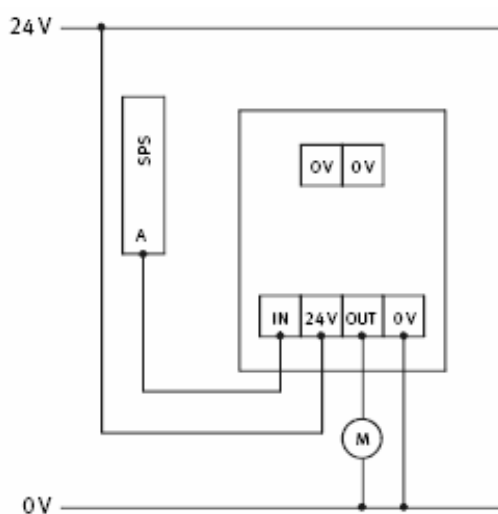
#### 1.2.4.8 Proudové omezovače (4A2,4A3)

Proudové omezovače v plnicí lince slouží k tomu, aby nebyl překročen maximální povolený proud linky. V praxi se tento obvod projeví tak, že při současném sepnutí dopravníků (4M31 a 4M32, Q0.2) a čerpadla (4M1, Q0.0) je dobře slyšet, že otáčky čerpadla poklesnou.



Obrázek 28 – Proudové omezovače

Proudové omezovače jsou tvořeny jedním relé a integrovaným obvodem omezovače. Elektrický obvod je vytvořen ve spodní části desky plošného spoje. Spojení s okolními součástkami je provedeno pomocí šroubových svorek. Modul omezuje nárůst proudu na maximálně 2 A v okamžiku, kdy jsou spuštěny proudově náročné součásti, jako jsou čerpadla a pásy. Jinak modul funguje jako klasické relé. Tento modul je možné použít pouze pro zařízení s maximálním statickým odběrem 1 A a současně nesmí být omezovač použit pro zařízení s velkým odběrem proudu [6-17].



Obrázek 29 – Schéma připojení proudového omezovače [6-17]

Parametr	Hodnota
Kontrolní napětí	24 V DC
Proud	1 A
Proudové omezení	2 A
Maximální doba zpoždění	50 ms
Maximální spínací frekvence	1/s

Tabulka 20 – Technická data proudového omezovače [6-17]

### 1.2.5 Plovákový senzor dávkovací nádrže (4B10)

Tento plovákový senzor je vhodný obzvláště do nádrží s omezeným prostorem. Je určen pouze pro vertikální instalaci. V případě, že hladina měřené kapaliny překročí maximální

stanovenou výšku, plovák vystoupí vzhůru a odpojí čerpadlo od zdroje elektrické energie dokud hladina opět neklesne [6-18].



Obrázek 30 – Plovákový senzor dávkovací nádrže [6-18]

V případě, že v dávkovací nádrži **B402** hrozí přetečení kapaliny, plovákový senzor rozpojí kontakt vedoucí k obvodu **4K10** a tento kontakt odstaví motor čerpadla **4M1** od napájení.

Parametr	Hodnota
Materiál	Polysulfon
Provozní teplota	
Kabel	-40 – 80 °C
Kroucené lanko	-40 – 107 °C
Rozsah měření plováku při hustotě kapaliny 1	~15 mm
Provozní tlak	3 bary
Minimální hustota kapaliny	0,75
Typ jazýčkového přepínače	SPST 50 VA kabel SPST 20 VA kroucené lanko
Elektrické propojení	Kabel 0,34 mm <sup>2</sup> PVC Kroucené lanko AWG 22 PVC
Typ ochrany dle DIN 40050	IP64
Přepravní hmotnost	Cca. 20 g
Montážní závit	1/8" NPT

Tabulka 21 – Technická data ochranného plováku dávkovací nádrže [6-18]

Plovák se dá nakonfigurovat tak, aby byl spínač stále sepnutý dokud nestoupne hladina nad kritickou mez nebo tak, aby byl stále rozepnutý a při překročení kritické meze hladiny sepnul spínač.

### 1.2.6 Ultrazvukový snímač hladiny (4B1)

Funkční princip ultrazvukového snímače (4B1, PIW752) je založen na výrobě akustických vln a následné detekci odrazů od měřeného objektu.

Přenos akustických vln probíhá pomocí atmosférického vzduchu. Ultrazvukový generátor je nastaven na krátkou periodu a emituje ultrazvukové impulsy, které jsou neslyšitelné pro lidské ucho. Emitovaný ultrazvukový impuls je odražen od měřeného objektu, nacházejícího se uvnitř pracovního rozsahu snímače, zpět k přijímači. Doba odrazu ultrazvukového impulsu je vyhodnocována prostřednictvím navazující elektroniky. V určitém spektru je výstupní signál přímo úměrný signálu délky trvání ultrazvukového impulsu.



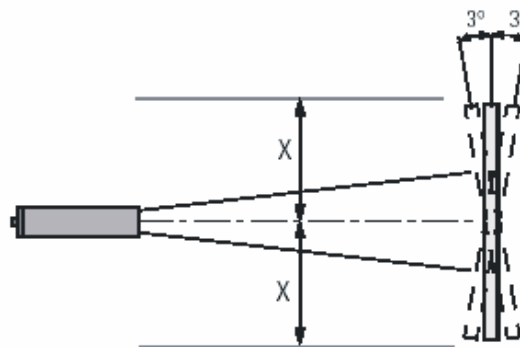
Obrázek 31 – Ultrazvukový snímač

Vyhodnocované objekty mohou být z různých materiálů. Na detekci odrazu nemá vliv tvar, barva, ani kapalně nebo práškově skupenství objektu. Pokud má měřený objekt dokonale

hladký povrch, je nutné, aby byl povrch objektu vždy kolmo k vysílaným ultrazvukovým vlnám.

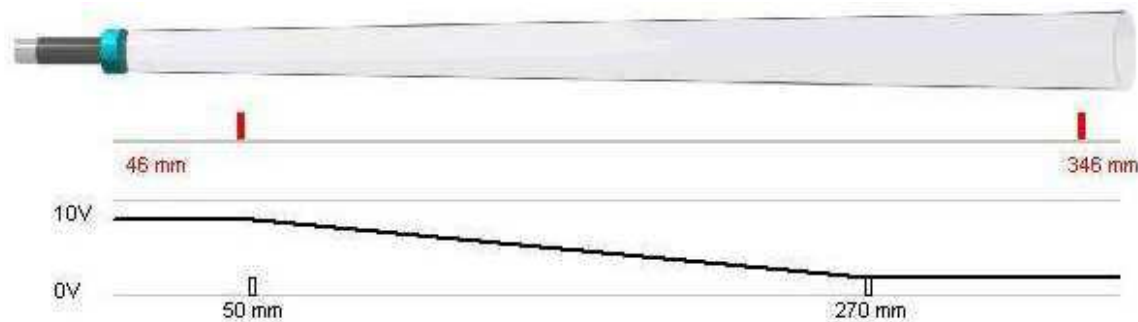
Tovární podmínkou je, že se výstupní signál zvyšuje s rostoucí vzdáleností mezi čidlem a měřeným objektem. Ale toto nastavení není vhodné pro měření výšky hladiny v nádobě, protože se vzrůstající úrovní hladiny se vzdálenost mezi snímačem a měřeným objektem (vodní plocha) snižuje, zatímco výstupní signál se zvyšuje. Proto bylo nastavení výstupního signálu obráceno. A také měřicí rozsah senzoru byl upraven pro použití v nádobě [6-19].

Vstupem (**PIW752**) z ultrazvukového snímače je analogový signál, který v PLC nabývá hodnoty **0 – 27648**, což odpovídá napětí 0 – 10 V. (Čidlo může zobrazovat hodnoty i vyšší než 27648, ale to značí překročení rozsahu.) Pomocí něj je možné určovat výšku hladiny a popřípadě meze, kdy má automat spínat a vypínat motor čerpadla (**4M1, Q0.0**). Nevýhodou této metody měření je velká kolísavost hodnoty výstupního signálu v případě, že hladina kapaliny v nádrži není ustálená. Další nevýhodou tohoto měření je menší zpoždění při měření. Dále se pomocí tohoto signálu ještě dá řídit objem kapaliny napouštěné do lahvíček pomocí plnicího ventilu (**4M2, Q0.1**). Ovšem ani tento způsob měření není dostatečně přesný.



Obrázek 32 – Znárodnění volného prostoru kolem zvukových vln [6-19]

Při měření v nádobách je nutné udržet volný prostor kolem zvukových vln, aby se zamezilo případnému rušení ultrazvukového signálu, viz. následující obrázek. V případě měření materiálů s hladkým povrchem je nutné dbát na to, aby vychýlení polohy snímače a materiálu nebylo větší než  $3^\circ$  od kolmice, viz. následující obrázek [6-19].



Obrázek 33 – Měřící rozsah ultrazvukového senzoru [6-19]

Parametr	Hodnota
Analogový výstup – napěťový rozsah	0 – 10 V
Třída ochrany	IP67
Váha	Max. 67 g
Teplota okolního vzduchu	-25 – 70 °C
Průměrná chyba	±2,5 % (-25 – 70 °C)
Jmenovité provozní napětí	24 V DC
Rozsah provozního napětí	10 – 35 V DC (při 12 – 20 V je snížena citlivost až o 20%)
Přípustné zbytkové zvlnění	10 %
Spotřeba proudu v idle stavu	<50 mA
Měřící rozsah	
Naprogramovaný	48 – 270 mm
Tovární nastavení	50 – 300 mm
Charakteristické křivky	
Naprogramované	Klesající
Tovární nastavení	Stoupající

Tabulka 22 – Technická data ultrazvukového senzoru [6-19]

### 1.2.7 Dávkovací nádrž (B402)

Kulatá nádrž s efektivním obsahem 3 l může být použita pro kapalné i pevné látky. Povrch nádrže je vybaven několika otvory pro připojení přítoků, odtoků a čidel. Nevyužité otvory jsou zaslepeny. V dolní části nádrže je umístěn vypouštěcí otvor.

Nádrž je připevněna k příčnému sloupci za pomoci šroubů a profilů, tento sloupec je připevněn k profilové desce pomocí T-šroubů. U různých stanic MPS mohou být použity různé varianty provedení dávkovací nádrže [6-20].



Obrázek 34 – Dávkovací nádrž

Parametr	Hodnota
Materiál	Macrolon 2805
Dovolená operační teplota	max. 65 °C
Objem	
Celkový maximální objem nádoby:	4 l
Efektivní provozní objem nádoby:	3 l
Škálování stupnice na nádrži:	0,5 – 10 l
Rozměry horní části nádrže (válec):	
Průměr vnitřní/vnější	140/150 mm
Výška vnitřní/vnější	200/210 mm
Rozměry dolní části nádrže (komolého jehlanu):	
Průměr vnitřní/vnější	50/60 mm
Výška vnitřní/vnější	80/90 mm
Průměr připojitelného push-in potrubí	15 mm

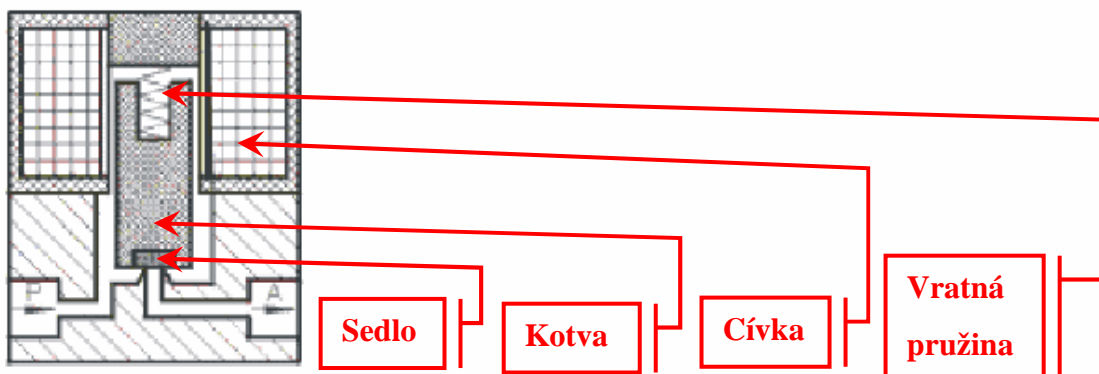
Tabulka 23 – Technické parametry dávkovací nádrže [6-20]

### 1.2.8 Elektromagnetický ventil (V403)



Obrázek 35 – Elektromagnetický ventil

Elektromagnetický ventil (**V403, Q0.1**) umožňuje řízení toku neutrálních plynů, kapalin a par. Ventil je uzavřen pokud na něj není přiveden elektrický proud. V klidové poloze vratná pružina tlačí kotvu magnetu těsně k ventilovému sedlu a tím uzavírá průtok média. Pokud je na solenoidovou cívku přivedeno napětí, elektromagnetické pole přizvedne kotvu a ventil se otevře. Tím je možné ovládat tok média ventilem. Pokud se cívka odstaví od elektrického proudu, pružina opět zatlačí na kotvu a ventil se uzavře [6-21].



Obrázek 36 – Schéma elektromagnetického ventilu [6-21]

Elektromagnetický ventil slouží k přesnému dávkování kapaliny do lahviček. Ovládání probíhá pomocí digitálního výstupu **Q0.1** z automatu.

V případě, že se dávkovací nádrž (**B402**) vyprazdňuje, je třeba po jejím vyprázdnění otevřít i ventil, aby vytekl zbytek kapaliny i z ventilu a kapalina neznečistila pásy.

V následující tabulce jsou uvedena technická data ventilu, další parametry jsou uvedeny v manuálu [6-22], který je obsažen na dodaném CD s plnicí linkou.



Parametr	Hodnota
Funkce	Přímo ovládaný, bez přívodu proudu uzavřený
Nominální velikost sedla ventilu	4 mm
Napětí	24 V DC
Spotřeba solenoidové cívky	5,5 W
Povolená odchylka napětí podle VDE	-10 % - 6 %
Provozní tlak	0 – 3 bar
Průtok	0,3 m <sup>3</sup> /h
Maximální okolní teplota	40 °C
Váha	0,21 kg
Průměr Push-in potrubí	15 mm
Typ připojení	Objímka se závitem
Maximální spínací frekvence	2000 – 3000/h závisí na viskozitě
Relativní pracovní cyklus	100 %
Materiál těla ventilu	Tvrdé šedé PVC
Těsnící materiál	FPM
Ochranná třída EN 605229	IP54

*Tabulka 24 – Technická data elektromagnetického ventilu [6-21]*

### ***1.2.8.1 Další ventily na lince***

Kromě elektromagnetického ventilu, který je jako jediný ovládan elektronicky pomocí PLC, je na plnicí lince obsaženo i několik ventilů ovládaných manuálně.

- **V401** – Slouží k odvodu vzduchu z potrubí při vypouštění kapaliny pryč ze systému.
- **V402** – Slouží k přepouštění kapaliny z dávkovací nádrže (**B402**) do hlavní nádrže (**B401**).
- **V404** – Slouží k regulaci plnění hlavní nádrže.
- **V405** – Slouží k vypouštění veškeré kapaliny z plnicí linky.



Obrázek 37 – Odvzdušňovací a  
přepouštěcí ventily

### 1.2.9 Čerpadlo (P401)

Dodané čerpadlo (**P401**, **Q0.0**) je standardní sací odstředivé čerpadlo, které musí být před použitím zaplaveno přečerpávanou kapalinou. Čerpadlo není možné provozovat na sucho, protože hrozí jeho nevratné poškození, ale krátký provoz na sucho před nasáním kapaliny nevadí. V případě, že čerpadlo bude v provozu déle než 30 minut bez kapaliny, hrozí jeho zničení. Pokud čerpadlo vyčerpá veškerou kapalinu, změní se jeho provozní zvuk.

**Upozornění:** Je nutné dbát na to, aby čerpadlo bylo v provozu vždy ve správném směru otáčení.



Obrázek 38 – Čerpadlo [6-23]

Čerpadla jsou zkonstruována pro nepřetržitý provoz a kolísající napětí až 20%. Čerpadlem není možné přečerpávat odpadní vody, které obsahují částice pevných nečistot. Čerpadlo lze instalovat v jakékoli pracovní pozici – horizontální nebo vertikální. Za účelem zabránění tvorby vzduchových kapes, by měl být výstup z čerpadla otočen směrem nahoru v případě horizontální montáže, nebo seřízen tak, aby byl umístěn na horní straně z čerpadla [6-23].

Čerpadlo lze použít jako:

- Recirkulační čerpadlo na vodu, nemrznoucí látky v systémech vytápění pro motorová vozidla, lodě, karavany, atd.
- Recirkulační čerpadlo čerstvé vody pro chlazení vozidel.
- Víceúčelové čerpadlo pro aplikace bez přímého určení [6-23].

Čerpadlo je možné ovládat digitálním výstupem **Q0.0** z automatu a zabezpečuje přečerpávání kapaliny z hlavní nádrže (**B401**) do dávkovací nádrže (**B402**). Dále lze čerpadlo ovládat i analogově a řídit tak jeho otáčky, k čemuž slouží analogový výstup **PQW752**, na který je nutné uložit požadovanou hodnotu otáček čerpadla. Rozsah hodnoty je (0 – 32767), což zhruba odpovídá napětí (0 – 24 V). I v případě analogového ovládání se čerpadlo spíná pomocí výstupu **Q0.0**.

V případě, že hrozí u některé z obou nádrží přetečení kapaliny přes okraj, zasáhnou plovákové senzory obou nádrží (**4B10**, **4B11**) a pomocí obvodu (**4K10**) odstaví čerpadlo od napájení nezávisle na stavu automatu. V případě poklesu hladiny se dodávka elektrické energie pro čerpadlo opět obnoví.



Obrázek 39 – Součásti čerpadla [6-23]

Čerpadlo je složeno z následujících dílů:

- |                |                    |                       |
|----------------|--------------------|-----------------------|
| 1. Kryt        | 4. Šrouby          | 7. Hřídel             |
| 2. Vodní pumpa | 5. Upínací kroužek | 8. Těsnění            |
| 3. O – Kroužek | 6. Podložka        | 9. Magnetické pouzdro |

Pro uvedení čerpadla do provozu je potřeba stejnosměrné napětí 24 V. Napájecí kabely jsou barevně odlišeny: červený pro kladné napětí, černý pro záporné napětí. [6-23]

Parametr	Hodnota
Kryt čerpadla	Vyztužený laminátový plast (PPA GF 30%)
Hřídel	Nerezová ocel
Nosná deska	Nerezová ocel
O-kroužky	EPDM pryž
Rotor	
Tělo:	Vyztužený laminátový plast (PPS GF 40%)
Magnet	Ferit
Ložiska	Uhlíková
Kryt magnetu	Vyztužený laminátový plast (PSU GF 30%)
Příruba motoru	Vyztužený laminátový plast (PA66 GF 30%)
Kryt motoru	Ocel, zušlechtěný Železo-zinkový Vyztužený laminátový plast (PP66 GF 30%)
Šrouby	Ocel, zušlechtěný Železo-zinek
Přimontovaný motor	12/24 V motor s permanentním magnetem
Držák motoru	Lakovaný hliník
Třída ochrany	IP67 (DIN 40050)
Průměr připojitelného Push-in potrubí	15 mm
Interferenční tlumení	EN 55014
Teplotní rozsah	
Kapalina	-40 – 100 °C
Okolí	-40 – 70 °C
Maximální tlak v systému	2,5 bar
Provozní napětí	24 V DC
Příkon	26 W
Maximální průtok	10 l/min
Rozměry:	
Délka	170 mm
Šířka	62 mm
Výška	75 mm
Hmotnost	0,53 kg

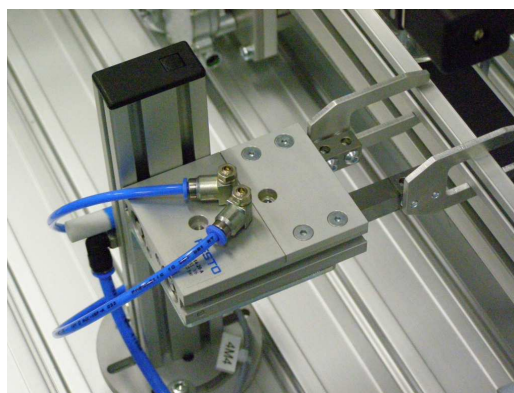
Tabulka 25 – Technická data čerpadla [6-23]

Tlak	Průtok	Proud při 24 V DC
1 bar	26 l/min	1,1 A
2 bar	19,5 l/min	1 A
3 bar	9 l/min	0,75 A
Hodnoty byly naměřeny pro potrubí o průměru 15 mm		

*Tabulka 26 – Tlaky a výkony čerpadla [6-23]*

### 1.2.10 Pneumatický oddělovač (4M4)

Pneumatický oddělovač (**4M4, Q0.3**) slouží k oddělování jednotlivých lahvíček v řadě na plnění. Když je oddělovač v logickém stavu „0“ je volný vjezd lahvíčky na plnicí místo, ale výjezd z plnicího bodu je blokován druhým ramenem oddělovače. V případě přivedení logického signálu „1“ z PLC na oddělovač se vysune první rameno, druhé rameno se zasune a lahvíčka může opustit plnicí místo. Ostatní lahvíčky před plnicím bodem jsou zastaveny do doby než se signál z PLC změní na „0“.



*Obrázek 40 – Pneumatický oddělovač*

Pneumatický oddělovač funguje na pneumatickém principu, kdy je do linky dodáván stlačený vzduch a pneumotorem je rozváděn do ramen. Ramena není možné vysunout nebo zasunout současně, což je trochu na škodu.

Technická data o pneumatickém separátoru jsou uvedena v manuálu [6-24], další detaily lze nalézt v [6-1].

### 1.2.11 Počáteční vzduchový regulátor s filtrací

Filtrační regulátor obsahuje měřič tlaku, vypínací ventil a součásti pro rychlou montáž potrubí Push-in. Regulátor je namontován na otočném držáku. Filtrační nádoba může být vybavena kovovou ochranou. Jednotka je namontována na profilové desce pomocí T-šroubů. Připojení hadic se děje pomocí rychlospojek a dále pomocí přípojky pro plastové potrubí PUN 6x1.



*Obrázek 41 – Regulační  
vzduchový ventil s filtrem*

Filtr s vodním odlučovačem čistí stlačený vzduch od nečistot, rzi, pilin z trubek a kondenzátu. Regulátor tlaku upravuje tlak dodávaného stlačeného vzduchu na stanovený provozní tlak a kompenzuje jeho výkyvy. Šipka na obalu udává směr toku. Filtrační nádoba obsahuje filtrační drén se šroubem. Tlakoměr ukazuje nastavenou hodnotu tlaku. Při montáži okruhu je nutné zajistit, aby byl filtr regulátoru instalován ve svislé poloze. Regulátor tlaku je vybaven seřizovacím ventilem, jehož otáčením se dá nastavit požadovaný tlak [6-28].

<b>Parametr</b>	<b>Hodnota</b>
Médium	Stlačený vzduch
Design	Slinutý filtr s vodním odlučovačem a membránovým kontrolním ventilem
Montážní pozice	Svislá s maximální odchylkou 5°
Standardní nominální průtok*	750 l/min
Zpětný maximální tlak	1600 kPa (16 barů)
Maximální tlak po směru	1200 kPa (12 barů)
Připojení	V předu rychlospojka G1/8 QS-Plug pro plastové potrubí PUN 6x1
* Zpětný tlak: 1000 kPa (10 Barů), Provozní tlak 600 kPa (6 barů), Rozdílový tlak 100 kPa (1 bar)	

*Tabulka 27 – Technická data regulačního vstupního ventilu [6-28]*

## 2 POPIS PLC BOARDU SIMATIC S7 313C

Ke stanicím MPS je možné dodat několik PLC Boardů, které mohou být osazeny automatem podle přání zákazníka. Lze si zvolit až ze čtyřech značek PLC. Mohou zde být automaty firem Festo, Mitsubishi, Allen Bradley a Siemens.

V našem případě byl dodán PLC Board, ve kterém byl usazen programovatelný automat z produkce německé firmy Siemens: SIMATIC S7-313C.



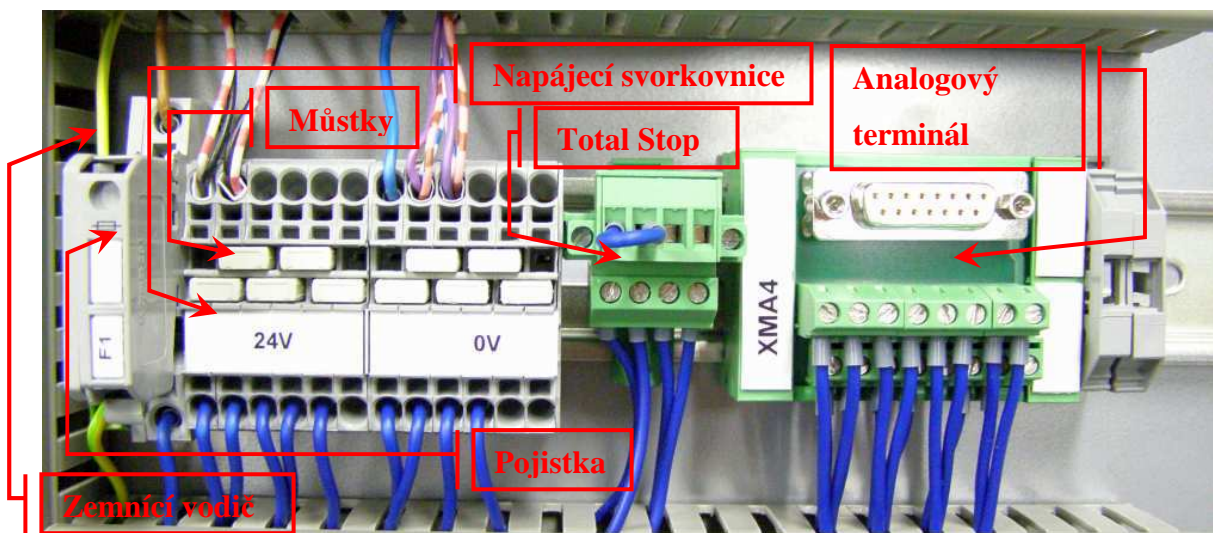
Obrázek 42 – Celkový pohled na PLC board SIMATIC S7-313C



## 2.1 PLC Board

### 2.1.1 Popis PLC Boardu

Samotný PLC board je vytvořen z pevného plechu, na kterém jsou připevněny lišty DIN, v kterých jsou usazeny svorkovnice firmy Wago. Některé ze svorkovnic jsou propojeny můstky. Na levé straně je vidět zelenožlutý vodič, který je připojen k zemi svorkovnici, kterou zastihuje svorkovnice s pojistkou. Dále je zde šest svorkovnic propojené pěti můstky. Tyto svorkovnice dodávají napájecí napětí pro automat a pro některé vstupy a výstupy automatu. Dále je stejně řešená svorkovnice pro nulové napětí. Další svorkovnice obsahuje drátovou propojku, kterou je možné odstranit a osadit ji tlačítkem „Total Stop“. Poslední svorkovnice obsahuje 15-ti pinový konektor D-Sub, do kterého jsou vyvedeny analogové vstupy a výstupy automatu.



Obrázek 43 – Svorkovnice PLC Boardu



Obrázek 44 – Napájecí a komunikační konektory PLC Boardu

Napájení PLC Boardu je vytvořeno pomocí třech vodičů ukončených „banánky“, které se připojují přímo ke stanici. Je zde vodič vedoucí kladné napětí o výši 24 V, nulový vodič a také zemnicí vodič.

Digitální vstupy a výstupy jsou všechny svedeny do dvou 24-žilových kabelů, které jsou ukončeny 24-pinovými konektory Centronics. Jde tedy o sběrnici SysLink (IEEE488). Označení těchto konektorů je XMA2 a XMG1. V našem případě je využit pouze konektor XMA2, který se připojuje do XMA2 zásuvky na I/O terminálu stanice. Konektor XMG1 se využívá jinými stanicemi pro připojení kontrolní konzole. V našem případě plnicí linky je tento konektor nevyužit.



*Obrázek 45 – Kabel pro analogové I/O*

Analogové vstupy a výstupy jsou z automatu svedeny do 15-ti pinové zásuvky D-Sub, odkud jsou pomocí zvláštního kabelu propojeny s D-SUB konektorem na analogovém terminálu stanice.

### 2.1.2 Technická data PLC Boardu

Tato technická data jsou společná pro všechny dodávané PLC boardy.

Parametr	Hodnota
Napájecí napětí	24 V DC (dodávané externím napájecím zdrojem)
Záloha dat	Micro Memory Card (zahrnuta v dodávce)
Rozhraní SysLink	Kabel pro připojení PLC Kabel pro připojení Konzole Pásková spojka pro nouzové vypnutí
Rozměry	Výška 400 mm Šířka 340 mm Hloubka 300 mm
Váha	Přibližně 5 kg
Třída ochrany	IP 20

*Tabulka 28 – Technická data PLC Boardu [6-29]*

## 2.2 PLC Siemens SIMATIC S7-313C

Firma Siemens je bezesporu jeden z nejvýznamnější leaderů na trhu automatizační techniky. Jeho programovatelné automaty SIMATIC si oblíbila řada významných zákazníků, jmenovat lze například automobilku Škoda-Auto v Mladé Boleslavi.

Automaty z rodiny S7-300 jsou nejprodávanější řadou z celé produkce SIMATIC. Je to hlavně díky globálním zkušenostem a servisních službách výrobce. V neposlední řadě také hraje prim kvalita výrobků.

SIMATIC S7-300 poskytuje univerzální automatizační platformu pro systémová řešení s hlavním důrazem na výrobní technologii. Tato platforma je optimálním řešením jak pro centralizovaná tak pro distribuovaná řešení. Neustálé zlepšování parametrů dělá tuto automatizační platformu velmi žádanou [7-4].

SIMATIC S7-300 nabízí řešení pro nejrozmanitější automatizační úlohy v následujících oblastech:

- automobilový průmysl,
- výroba standardních strojů a zařízení,

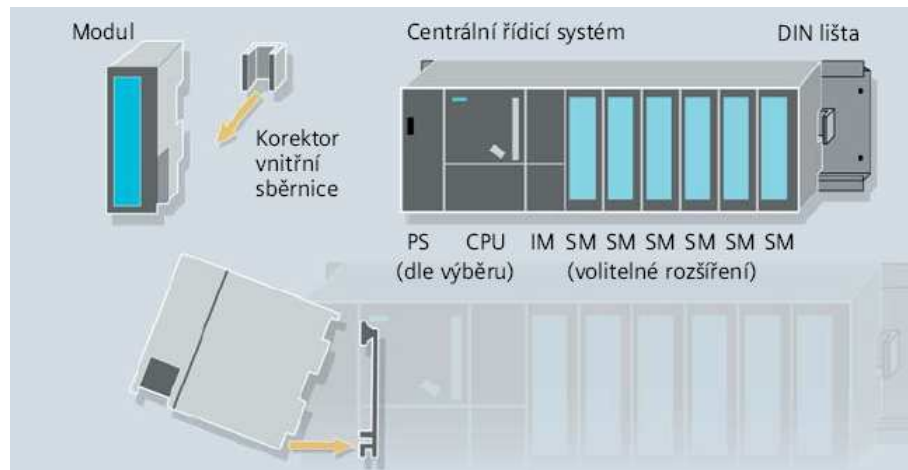
- výroba jednoúčelových strojů a zařízení,
- sériová výroba strojů a zařízení (prakticky všechny druhy výrobních strojů), OEM,
- zpracování plastů,
- balicí průmysl,
- potravinářský a tabákový průmysl,
- vodárenství, výroba a rozvod el. energie a další [7-4].

K dispozici jsou i další provedení, která konstrukčně vycházejí ze standardních S7-300:

- Pro aplikace vyžadující certifikované prvky průmyslové bezpečnosti (Safety technologie): S7-300F s patřičnými rozšiřujícími moduly.
- Pro aplikace vyžadující výkonné technologické funkce a funkce pro řízení pohybu: Technologická CPU 317T-2DP, CPU 315T-2DP.
- Pro řízení strojů v kompaktním provedení s minimálním zabraným prostorem: SIMATIC C7 vše v jednom, řídicí systém (CPU řady S7-300) s integrovaným HMI.
- Distribuované, inteligentní předzpracování úloh: CPU v ET 200S a ET 200X provedení [7-4].

PLC SIMATIC šetří inženýrské a provozní náklady například tím, že programy se ukládají na cenově dostupné MMC karty a tak jsou programy libovolně přenositelné.

S7-300 umožňuje prostorově úsporné modulární uspořádání řídicích systémů pro různé typy úloh, přičemž nezáleží na pořadí jednotlivých modulů. Během provozu není potřeba ventilátor. Kromě modulů samotných je dále potřebná DIN lišta, na kterou jsou moduly umístěny a zajištěny šrouby. Takovéto uspořádání je pak považováno za patřičně robustní a splňující požadavky elektromagnetické kompatibility.



Obrázek 46 – Konfigurace S7-300 [7-4]

Spojovací sběrnice je integrována do jednotlivých modulů. Spojení je provedeno prostřednictvím sběrnice konektoru, který je součástí dodávky každého modulu. Rozmanité spektrum komponent S7-300 lze použít jak pro rozšíření centralizovaných systémů, tak i pro jednoduchou konfiguraci distribuovaných struktur s ET 200M; výsledkem je pak cenově výhodná a jednoduchá správa náhradních dílů [7-4].

### 2.2.1 Popis automatu



Obrázek 47 – PLC SIMATIC S7-313C

Základem automatu je modul s CPU, který navíc zajišťuje napájení celého automatu a jeho připojení k programovacímu zařízení. Základní modul obsahuje diody, které informují o aktuálním stavu CPU.

Dioda	Barva	Popis
SF	Červená	System Failure – Systémová chyba
BF	Červená	Battery Failure – Chyba baterie
DC5V	Zelená	Napájení CPU je v pořádku
FRCE	Oranžová	Indikace nejméně jednoho trvale ovlivněného vstupu/výstupu
RUN	Zelená	Svíí – program v PLC běží Bliká s $f=2\text{Hz}$ při spouštění Bliká s $f=0,5\text{Hz}$ v režimu Stop
STOP	Oranžová	Svíí – režim STOP Bliká s $f=0,5\text{Hz}$ při požadavku na resetování paměti Bliká s $f=2\text{Hz}$ při resetování paměti Bliká pokud je potřeba reset z důvodu výměny paměťové karty

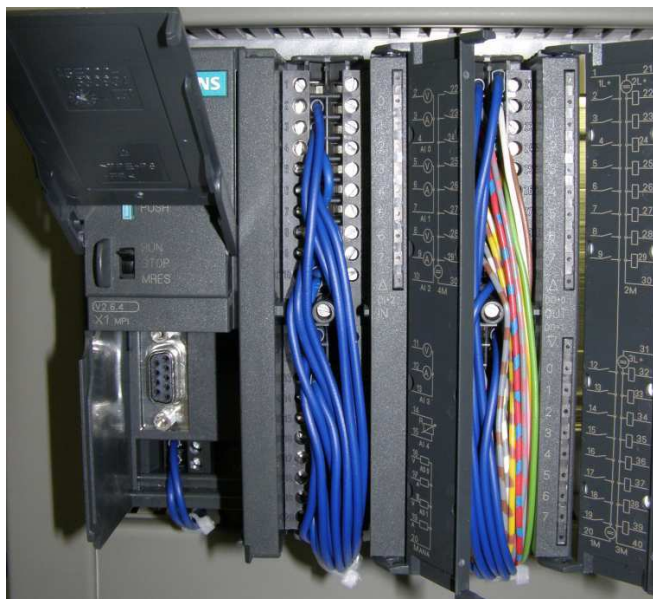
Tabulka 29 – Vysvětlivky stavů stavových diod PLC [9]

Vedle stavových diod je umístěn slot na paměťovou kartu MMC, na které bývá uložen program, protože CPU-313C nedisponuje vlastní pamětí pro program. Dále je zde umístěn přepínač funkcí, jehož polohy budou popsány v následující tabulce.

Poloha přepínače	Popis
RUN	Spuštění uloženého programu – není možné zapisovat do paměti CPU
STOP	Zastavení programu
MRES	Mazání dat, reset CPU (vyžaduje další úkony)

Tabulka 30 – Funkce přepínače funkcí [9]

Ve spodní části pod dvířky je umístěn konektor pro připojení PLC k programovacímu zařízení. Do stejného konektoru se připojuje i kabeláž pro komunikaci s ostatním zařízením pomocí protokolu MPI nebo ProfiBus.



Obrázek 48 – Detail svorkovnice a konektoru MPI

K modulu s CPU se připojují další moduly. V případě dodaného PLC to byl modul s 16-ti binárními vstupy a s 16-ti binárními výstupy. A dále byl připojen modul s osmi digitálními vstupy, pěti analogovými vstupy a dvěma analogovými výstupy. Pro napájení všech vstupů a výstupů je potřeba napětí 24 V DC.

### 2.2.2 Reset automatu, vymazání paměti

Vymazání dat (MRES) vymaže všechna data z paměti, obsah karty MMC zůstane zachován. K vymazání jsou potřeba tři kroky:

Krok	Akce	Výsledek
1	Přepnout přepínač do polohy STOP	Dioda STOP svítí
2	Přepnout spínač do polohy MRES a držet jej v ní nejméně tři vteřiny až se rozsvítí dioda STOP.	Dioda STOP zhasne po cca. 3. vteřinách a opět se rozsvítí U novějších CPU je nutné čekat dokud se STOP nerozsvítí. Mezi krokem 2 a 3 nesmí uplynout více než 3 vteřiny.
3	Nastavit přepínač zpět do polohy STOP a poté v průběhu dvou vteřin opět na MRES	Dioda STOP bliká tři vteřiny a pak se rozsvítí.

Tabulka 31 – Postup při restartování PLC [9]

### 2.2.3 Tabulky propojení kontaktů

#### 2.2.3.1 Digitální vstupy a výstupy

Digitální	PLC Board	Konektor XMA2	PLC Board	Konektor XMG1
	S7 adresa	SysLink	S7 adresa	SysLink
<b>Výstupy</b>	DO 0.0	1	DO 1.0	1
	DO 0.1	2	DO 1.1	2
	DO 0.2	3	DO 1.2	3
	DO 0.3	4	DO 1.3	4
	DO 0.4	5	DO 1.4	5
	DO 0.5	6	DO 1.5	6
	DO 0.6	7	DO 1.6	7
	DO 0.7	8	DO 1.7	8
<b>Vstupy</b>	DI 0.0	13	DI 1.0	13
	DI 0.1	14	DI 1.1	14
	DI 0.2	15	DI 1.2	15
	DI 0.3	16	DI 1.3	16
	DI 0.4	17	DI 1.4	17
	DI 0.5	18	DI 1.5	18
	DI 0.6	19	DI 1.6	19
	DI 0.7	20	DI 1.7	20
<b>Napájení</b>	<b>24 V</b>	9,10,21,22		9,10,21,22
	<b>0 V</b>	11,12,23,24		11,12,23,24

Tabulka 32 – Propojení digitálních vstupů a výstupů s konektory XMA2 a

XMG1 [6-29]



### 2.2.3.2 Analogové vstupy a výstupy

Analogový	PLC	Analogový terminál XMA4	
	S7 Adresa	15-pinový D-SUB	
Výstup	UA1	1	0 – 10 V
	UA2	2	0 – 10 V
		3	Uzemnění A
Vstup	IE2	4	0/4 – 20 mA
	IE1	5	0/4 – 20 mA
		6	Uzemnění E
	UE2	7	0 – 10 V
	UE1	8	0 – 10 V
Výstup	IA2	9	0/4 – 20 mA
	IA1	10	0/4 – 20 mA
Vstup	IE4	12	0/4 – 20 mA
	IE3	13	0/4 – 20 mA
	UE4	14	0 – 10 V
	UE3	15	0 – 10 V

Tabulka 33 – Propojení analogových vstupů a výstupů s konektorem

XMA4 [6-29]

### 2.2.4 Datové typy u SIMATIC S7-300

Datové typy určují vlastnosti dat, v podstatě se jedná o zobrazení obsahu proměnné a přípustné rozsahy [4].

V následující tabulce jsou uvedeny všechny možné datové typy a jejich maximální rozsahy, které lze dále zpracovávat logickými nebo paměťovými funkcemi automatu.

Datový typ	Popis		Příklad zápisu konstanty
BOOL	bit	1 bit	TRUE, FALSE
BYTE	byte 8 bitů – hexadecimální číslo	8 bitů	B#16#00 (min. hodnota) B#16#FF (max. hodnota)
CHAR	znak (ASCII)	8 bitů	'A'
WORD	slovo 16 bitů – hexadecimální číslo 16 bitů – binární číslo Číslo 3 dekády BCD 2x8 bitů desítkové číslo bez znaménka	16 bitů	W#16#0000 (min.hodnota) W#16#FFFF (max. hodnota) 2#0000_0000_0000_0000 (min.hodnota) 2#1111_1111_1111_1111 (max. hodnota) C#000 (min.hodnota) C#999 (max. hodnota) B#(0,0) (min.hodnota) B#(255,255) (max. hodnota)
DWORD	Dvojnásobné slovo 32 bitů – hexadecimální číslo 32 bitů – binární číslo 4x8 bitů desítkové číslo bez znaménka	32 bitů	DW#16#0000_0000 (min.hodnota) DW#16#FFFF_FFFF (max. hodnota) 2#0000_0000_0000_0000_0000_0000_0000_0000 (min.hodnota) 2#1111_1111_1111_1111_1111_1111_1111_1111 (max. hodnota) B#(0,0,0,0) (min.hodnota) B#(255,255,255,255) (max. hodnota)
INT	Číslo v pevné řádové čárce	16 bitů	- 32768 (min.hodnota) + 32767 (max. hodnota)
DINT	Číslo v pevné řádové čárce	32 bitů	- 2 147 483 648 (min.hodnota) + 2 147 483 647 (max. hodnota)
REAL	Číslo v pohybové řádové čárce	32 bitů	+ 123.4567 jako desetinné číslo nebo 1.234567E+02 v exponencionálním znázornění (viz. [4])
S5TIME	Čas ve formátu S5	16 bitů	S5T#0ms (min.hodnota) S5TIME#2h46m30s (max. hodnota)
TIME	Čas ve formátu IEC	32 bitů	T#-24d20h31m23s647ms (min.hodnota) TIME#24d20h31m23s647ms (max. hodnota)
DATE	Datum	16 bitů	D#1990-01-01 (min.hodnota) DATE#2168-12-31 (max. hodnota)
TIME_OF_DAY	Denní čas	32 bitů	TOD#00:00:00 (min.hodnota) TIME_OF_DAY#23:59:59.999 (max. hodnota)

Tabulka 34 – Přehled základních datových typů a jejich rozsahů [4]

### 2.2.5 Komunikační možnosti SIMATIC S7-300

PLC SIMATIC disponují širokou škálou komunikačních možností. V případě CPU 313C je to rozhraní MPI, ale u některých vyšších modelů je možné provozovat komunikaci pomocí sběrnice ProfiBus, popřípadě i pomocí Ethernetu.

#### 2.2.5.1 Rozhraní MPI

MPI je úsporné řešení pro komunikaci s programovacími přístroji a PC, HMI® systémy a dalšími řídicími systémy SIMATIC S7/C7/WinAC. Celkem lze propojit až 125 MPI stanic s přenosovou rychlostí 187,5 kbit/s, např. pro výměnu procesních dat mezi různými řídicími systémy nebo využít pro spojení HMI služby bez jakéhokoliv programování.

Pro CPU 317 a 318-2DP lze rozhraní MPI konfigurovat též jako rozhraní PROFIBUS DP a tak vytvořit dvě DP sítě [7-4].

#### 2.2.5.2 Profibus

Pro optimální konfiguraci rozsáhlejších distribuovaných sítí lze SIMATIC S7-300 napojit na PROFIBUS DP (dle EN 50170). Tím se otevírají komunikační možnosti i pro další partnery od řídicích systémů SIMATIC až po přístrojovou techniku od jiných výrobců. Je možné konfigurovat také komunikace se stávajícími systémy předchozí generace SIMATIC S5 nebo SIMATIC 505.

Distribuované vstupy/výstupy lze konfigurovat pomocí vývojového prostředí STEP 7 úplně stejně jako centralizované, což opět významně šetří inženýrské náklady. SIMATIC S7-300 lze použít jako master i jako slave.

Podpora standardu DP V1 dovoluje programování a optimalizaci polních přístrojů během provozu, což znamená kratší časy nastavení přístroje [7-4].

#### 2.2.5.3 Ethernet

Nová CPU s integrovaným rozhraním PROFINet jsou určena pro budoucí trend automatizace založené na komponentech (CbA). Lze je přes toto rozhraní programovat a přes Ethernet přistupovat k jednotkám HMI. Tím lze uspořit nejen prostředky za komunikační procesor, který je k těmto účelům jinak vyžadován, ale i místo v rozvaděči [7-4].

## 2.2.6 Technická data SIMATIC S7-313C

Parametr	Hodnota																
Napájecí napětí	24 V DC (20,4 – 28,8 V)																
Spotřeba proudu	obvykle 0,15 A																
Pracovní paměť	32 kB																
Vyrovnávací paměť (min 64kB)	MMC karta																
Příznaky/čítače/časovače	2048/256/256																
Remanence	nastavitelná																
Integrované rozhraní	MPI																
Integrované digitální vstupy	24																
	<table> <tr> <td>Vstupní napětí:</td> <td>Nominální hodnota 24 V DC</td> </tr> <tr> <td>Pro signál „1“</td> <td>15 – 30 V</td> </tr> <tr> <td>Pro signál „0“</td> <td>- 3 – 5 V</td> </tr> <tr> <td>Vstupní proud</td> <td>pro signál „1“ 9 mA</td> </tr> <tr> <td>Vstupní prodleva</td> <td>0,1/0,3/3/15 ms nastavitelná</td> </tr> <tr> <td>Elektrická izolace</td> <td>Ano</td> </tr> </table>	Vstupní napětí:	Nominální hodnota 24 V DC	Pro signál „1“	15 – 30 V	Pro signál „0“	- 3 – 5 V	Vstupní proud	pro signál „1“ 9 mA	Vstupní prodleva	0,1/0,3/3/15 ms nastavitelná	Elektrická izolace	Ano				
Vstupní napětí:	Nominální hodnota 24 V DC																
Pro signál „1“	15 – 30 V																
Pro signál „0“	- 3 – 5 V																
Vstupní proud	pro signál „1“ 9 mA																
Vstupní prodleva	0,1/0,3/3/15 ms nastavitelná																
Elektrická izolace	Ano																
Integrované digitální výstupy	16																
	<table> <tr> <td>Nominální napětí v zátěži</td> <td>24 V DC</td> </tr> <tr> <td>Přípustný rozsah</td> <td>20,4 – 28,8 V DC</td> </tr> <tr> <td>Výstupní napětí pro signál „1“</td> <td>max. 0,8 V</td> </tr> <tr> <td>Výstupní proud pro signál „1“</td> <td>0,5 A</td> </tr> <tr> <td>Minimální proud</td> <td>5 mA</td> </tr> <tr> <td>Pro signál „0“</td> <td>0,5 mA</td> </tr> <tr> <td>Ochranný obvod proti zkratu</td> <td>Elektronický, pulzní</td> </tr> <tr> <td>Elektrická izolace</td> <td>Ano</td> </tr> </table>	Nominální napětí v zátěži	24 V DC	Přípustný rozsah	20,4 – 28,8 V DC	Výstupní napětí pro signál „1“	max. 0,8 V	Výstupní proud pro signál „1“	0,5 A	Minimální proud	5 mA	Pro signál „0“	0,5 mA	Ochranný obvod proti zkratu	Elektronický, pulzní	Elektrická izolace	Ano
Nominální napětí v zátěži	24 V DC																
Přípustný rozsah	20,4 – 28,8 V DC																
Výstupní napětí pro signál „1“	max. 0,8 V																
Výstupní proud pro signál „1“	0,5 A																
Minimální proud	5 mA																
Pro signál „0“	0,5 mA																
Ochranný obvod proti zkratu	Elektronický, pulzní																
Elektrická izolace	Ano																
Integrované analogové vstupy	4																
(pro napětí a proud)	<table> <tr> <td>Napětí</td> <td>±10 V, 0 – 10 V</td> </tr> <tr> <td>Proud</td> <td>±20 mA, 0/4 – 20 mA</td> </tr> <tr> <td>Elektrická izolace</td> <td>Společná pro analogové periférie</td> </tr> <tr> <td>Rozlišení</td> <td>11bit + VZ</td> </tr> </table>	Napětí	±10 V, 0 – 10 V	Proud	±20 mA, 0/4 – 20 mA	Elektrická izolace	Společná pro analogové periférie	Rozlišení	11bit + VZ								
Napětí	±10 V, 0 – 10 V																
Proud	±20 mA, 0/4 – 20 mA																
Elektrická izolace	Společná pro analogové periférie																
Rozlišení	11bit + VZ																

Integrované analogové vstupy (pro odpor a teplotu)	1	Rezistor	0 – 600 $\Omega$ , Pt100
		Rozlišení	11bit + VZ
	Integrované analogové výstupy		
	2	Napětí	$\pm 10$ V, 0 – 10 V
		Proud	$\pm 20$ mA, 0/4 – 20 mA
		Elektrická izolace	Společná pro analogové periférie
Integrované funkce	3 čítače		30 kHz
	3 pulzní výstupy		2,5 kHz
	Měření frekvencí		Ano
	Integrovaný funkční kontrolní modul	PID	

Tabulka 35 – Technická data SIMATIC S7-313C [6-29]

### 2.3 Programovací PC USB adaptér

PC USB Adaptér je kompatibilní s USB 1.1 a splňuje požadavky pro nízkonapěťová USB zařízení. Tento adaptér podporuje i úsporné energetické režimy (režim spánku) [7-1].



Obrázek 49 – PC USB Adaptér

Kabel se připojuje k rozhraní USB v počítači a k MPI/DP rozhraní automatů SIMATIC S7/M7/C7. V počítači není potřeba žádný speciální volný slot a proto je tento typ kabelu vhodný i pro nerozšiřitelné počítače, jako jsou notebooky.

Na jednom PC lze použít pouze jeden PC USB Adaptér.



Obrázek 50 – Schéma propojení PC a PLC pomocí PC USB Adaptéru [7-1]

### 2.3.1 Popis adaptéru

PC USB adaptér je možné použít v sítích MPI a Profibus. Od verze firmwaru 1.1 je možné tento adaptér použít i v homogenních sítích PPI. V následující tabulce jsou uvedeny podporované sítě adaptéru a jejich přenosové rychlosti [7-1].

Přenosová rychlost	MPI	PPI	Profibus			
			DP	Standart	Universal	Uživatelsky definovaný
9,6 kbps	–	✓	✓	✓	✓	✓
19,2 kbps	✓	✓	✓	✓	✓	✓
45,45 kbps	–	–	✓	✓	–	✓
93,75 kbps	–	–	✓	✓	✓	✓
187,5 kbps	✓	✓	✓	✓	✓	✓
500 kbps	–	–	✓	✓	✓	✓
1,5 Mbps	✓		✓	✓	✓	✓

Tabulka 36 – Podporované sítě a přenosové rychlosti PC USB adaptéru [7-1]

#### Další funkce [7-1]

- Automatická detekce profilu sběrnice
- Až 16 komunikačních propojení, z toho až 4 do podřízených zařízení (DP/T připojení)
- Podpora směrování (routing)
- Od firmware 1.3 PC Adapter podporuje závislá zařízení včetně:
  - Přiřazení adresy závislému zařízení
  - Diagnostika zařízení
  - Nahrávání přečtených/zapsaných dat

### 2.3.2 Obsah balení [7-1]

- USB kabel A-B (5m)
- MPI kabel (0,3m)
- Adaptér
- CD s ovladači a manuály

V případě, že je potřeba adaptér připojit k zařízení bez vlastního napájení 24 V DC, je potřeba od výrobce objednat zvláštní 24 V zdroj [7-1].

### 2.3.3 HW/SW požadavky

Pro správnou funkci stačí počítač vybavený CD-ROM Mechanikou a USB portem, na kterém běží operační systém z rodiny Windows 2000 a mladší [7-1],[7-2],[7-3].

### 2.3.4 Popis dodaného HW

Samotný adaptér obsahuje tři informační LED diody, konektor typu B pro USB kabel a 9-ti pinový D-Sub konektor pro rozhraní MPI/DP.



Obrázek 51 – Konektory a LED Adaptéru [7-1]

V následující tabulce bude uveden popis jednotlivých stavů LED diod na adaptéru.

Dioda	Barva	Popis Stavů
USB	Zelená	Rozsvítí se, když je PC USB Adaptér připojen k USB portu počítače a operační systém na PC je v běžném provozním režimu. LED dioda nesvítí, pokud je PC v pohotovostním režimu nebo nečinné. LED bliká, když jsou přenášena data
POWER	Zelená	Svítí, pokud je adaptér napájen. Bliká v případě detekování hardwarového problému
MPI	Zelená	Rozsvítí se, když je PC USB Adaptér připojen k MPI/DP síti a propojení je funkční. LED dioda bliká, když jsou přenášena data do MPI/DP sítě. LED je vypnuta, pokud v PC USB Adaptéru není nainstalován žádný firmware.

*Tabulka 37 – Popis významu diod PC USB Adaptéru [7-1]*

Napájení adaptéru probíhá z PLC přes MPI kabel, popřípadě pomocí externího napájecího zdroje. Adaptér ke své funkci vyžaduje napětí 24 V DC.

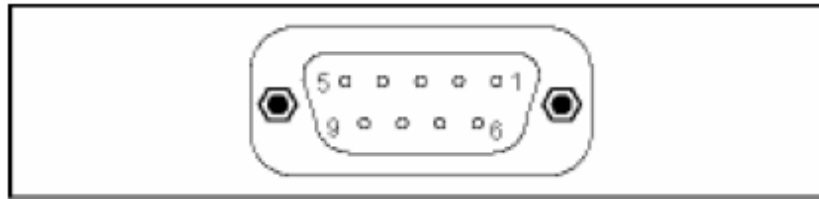
#### **2.3.4.1 Zapojení rozhraní MPI**



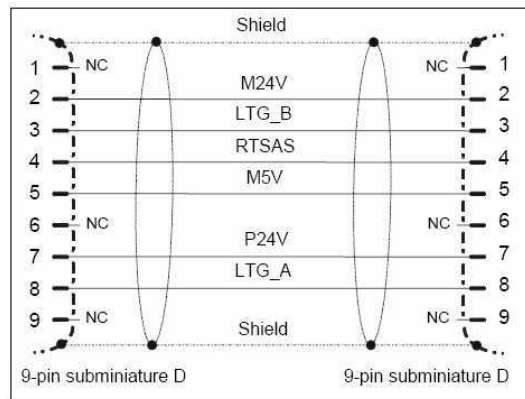
*Obrázek 52 – MPI kabel s 9-ti pinovými D-Sub konektory [7-1]*

Je doporučeno s adaptérem vždy používat originální kabel MPI, který je vyobrazen na obrázku výše a jehož zapojení je uvedeno dále..





Obrázek 53 – Číslování jednotlivých pinů rozhraní MPI [7-1]

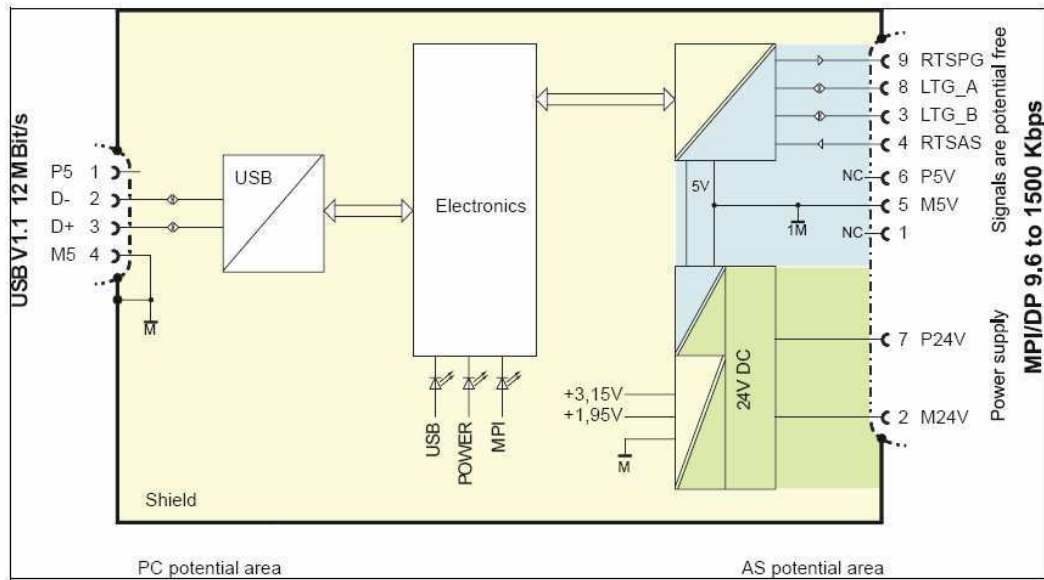


Obrázek 54 – Zapojení MPI kabelu [7-1]

Pin	Zkratka	Význam	I/O
1	NC	Nepřipojeno	–
2	M24V	Nulové napětí 24 V DC napájecího zdroje, dodávaný elektronickým DC/DC obvodem adaptéru.	I
3	LTG_B	Datová linka B	I/O
4	RTS_AS	RTSAS kontrolní signál pro přijímání dat. Hodnotou je „1“ v případě, že připojené zařízení přenáší data.	I
5	M5V	Referenční napětí MPI/DP rozhraní pro signály RTS_AS a RTS_PG.	I
6	P5V	Nepřipojeno	–
7	P24V	Nulové napětí +24 V DC napájecího zdroje, dodávaný elektronickým DC/DC obvodem adaptéru.	I
8	LTG_A	Datová linka B	I/O
9	RTS_PG	RTS výstupní signál adaptéru. Signál je „1“ v případě, že jsou přenášena data. Signál není obsažen v 0,3m MPI kabelu.	I
Stínění		Na krytu konektoru, je propojeno s rozhraním USB přes elektronický modul adaptéru.	

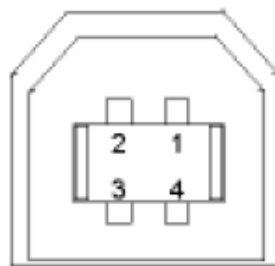
Tabulka 38 – Význam jednotlivých pinů MPI rozhraní [7-1]

Na následujícím obrázku je uvedeno blokové schéma adaptéru. Adaptérová rozhraní MPI/DB a USB jsou elektricky izolována pomocí bezpečného extra nízkého napětí (SELV). Tudíž je možné adaptér provozovat i na neuzemněných systémech S7/C7/M7 [7-1].



Obrázek 55 – Blokové schéma PC USB adaptéru

### 2.3.4.2 Zapojení USB



Obrázek 56 – Konektor USB-B [7-1]

Pin	Označení	Popis
1	+5V	Napájení
2	-Data	Diferenční signál -
3	+Data	Diferenční signál +
4	Ground	Uzemnění

Tabulka 39 – Popis pinů USB [7-1]

### 2.3.5 Práce s PC USB adaptérem

Pro připojení PC USB adaptéru k počítači je potřeba mít administrátorská práva a nainstalovat ovladač umístěný na dodaném CD. V případě, že je aktivní autorun stačí do PC pouze

vsunout CD a instalace proběhne automaticky. Jinak je potřeba v kořenovém adresáři CD spustit soubor „**setup.exe**“

### 2.3.5.1 Konfigurace rozhraní

Po instalaci ovladače je nutné nakonfigurovat použité rozhraní adaptéru. Na výběr jsou čtyři volby:

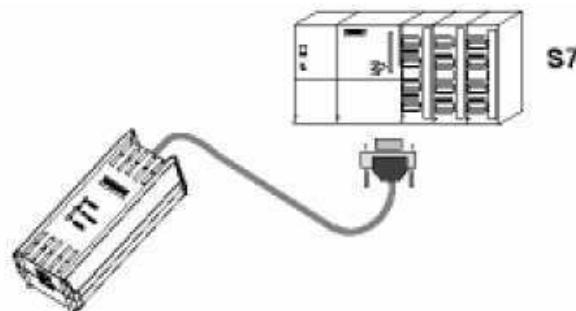
- PC Adapter (Auto) – Automatická volba použité sítě a protokolu (použitelné pouze se STEP 7)
- PC Adapter (MPI) – Volba rozhraní MPI
- PC Adapter (PPI) – Volba rozhraní PPI
- PC Adapter (PROFIBUS) – Volba rozhraní PROFIBUS

Ke každé volbě se pomocí tlačítka **Properties** dají nastavit další možnosti adaptéru, jako rychlost přenosu, port a adresa zařízení...

### 2.3.5.2 Připojení k síti MPI/DP

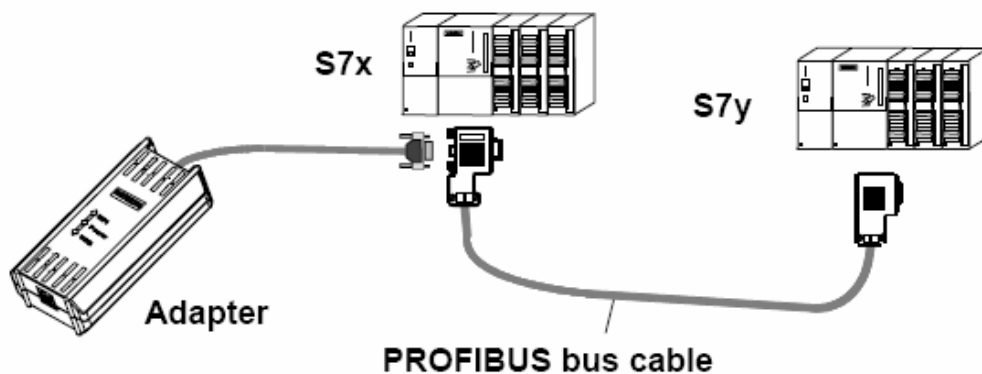
K jednomu segmentu sítě MPI/DP může být připojeno maximálně 32 uzlů. Celková délka kabelu by neměla přesáhnout více než 50 m. Síťové segmenty mohou být propojeny pomocí opakovačů RS485, což umožňuje zvýšit počet uzlů až na 127. Maximální přenosová rychlost sítě je 12 Mbps. PC USB adaptér podporuje maximální rychlost přenosu 1,5 Mbps [7-1].

Propojení samostatného systému (dva síťové uzly) lze realizovat pomocí následujícího schématu.



Obrázek 57 – Schéma propojení samostatného systému [7-1]

Propojení rozsáhlejších sítí (více než 2 uzly) se provádí podle následujícího schématu. Pro propojení jsou navíc potřeba kabely Profibus.



Obrázek 58 – Propojení sítě s více než dvěma uzly pomocí kabelu Profibus [7-1]



Obrázek 59 – Kabel Profibus

Kabel Profibus slouží k propojení více uzlů. Jeho hlavní součástí je průchozí konektor, z něhož vede odbočka do dalšího zařízení. Díky tomu je možné vidět několik zařízení v síti MPI současně. Malý přepínač slouží k sepnutí terminujícího odporu v případě, že se kabel nachází na posledním uzlu sítě.

## 2.3.6 Technická data PC USB adaptéru

Parametr	Hodnota
Rozměry	Zhruba: 105 x 58 x 26 mm
Váha	250 g
Rozhraní	
Do S7/C7/M7	RS 485 (max. 1,5 Mbps)
Do PC	USB (max. 12 Mbps)
Napájení (pomocí MPI)	24 V DC (SELV) (18 – 30 V DC)
Spotřeba proudu	Obvykle 50 mA / 100 mA max.
Nárazový proud	700 mA / 8 $\mu$ s
Ochrana	
Ochranná třída	Ochranná třída III odpovídá IEC 60950
Ochranné požadavky	IEC 60950 odpovídá DIN/IEC 60950
Stupeň ochrany	IP 20
Elektromagnetická kompatibilita (EMC)	
Emise šumu	Limity hodnot třídy B podle EN 55022
Šumová odolnost na přívodech signálu	2 kV (podle IEC 61000-4-4, Délka>3 m)
Odolnost vůči výboji statické elektřiny (ESD)	6 kV, dotykem, (podle IEC 61000-4-2)
	8 kV vzduchovou mezerou, (IEC 61000-4-2)
VF Odolnost	10 V/m 80 – 1000 MHz 80% AM (IEC 61000-4-3)
	10 V/m 900 MHz, 1,89 GHz 50% ED (IEC 61000-4-3)
VF vodivost	10 V 9 kHz – 80 MHz (IEC 61000-4-6)
Klimatické podmínky	
Teplota	Testována podle DIN EN 60068-2-2, DIN IEC 60068-2-1
Provozní	+0 °C – 60 °C max. změna teploty 10 K/h
Skladovací	-20 °C – 60 °C max. změna teploty 20 K/h
Relativní vlhkost	Testována podle DIN EN 60068-2-3, DIN IEC 60068-2-30, DIN IEC 60068-2-14
Provozní	5 – 80 % při 25 °C (bez orosení)
Skladovací	5 – 95 % při 25 °C (bez orosení)
Okolní mechanické podmínky	
Vibrace	Testovány podle DIN EN 60068-2-6
Provozní	10 – 58 Hz; Amplituda 0,075 mm
	58 – 500 Hz; zrychlení 9,8 m/s
Skladovací	5 – 9 Hz; Amplituda 3,5 mm
	9 – 500 Hz; zrychlení 9,8 m/s
Otřesy	Testovány podle DIN EN 60068-2-27/29
Provozní	150 m/s, 11 ms, 100 otřesů
Skladovací	250 m/s, 6 ms, 1000 otřesů

Tabulka 40 – Technická data PC USB Adaptéru

### 3 SIMATIC STEP 7 PROFESSIONAL

SIMATIC STEP 7 je komplexní softwarový balík, pomocí kterého je možné nastavit, nakonfigurovat a naprogramovat PLC SIMATIC řad S7/C7/M7. K programování lze využít kontaktní plán, dále lze programovat pomocí hradlové logiky a v neposlední řadě automaty SIMATIC disponují vlastním programovacím jazykem AWL.

V případě programování složitějších projektů lze k programování využít i GRAFCET pomocí něhož lze programovat sekvenčně.

Tím ovšem možnosti STEP 7 nekončí. Je možné program v PLC monitorovat a nechat si na počítači zobrazit aktuální průběh programu, dále je možné program odsimulovat na virtuálním PLC atd. Pro hlubší studium programování PLC a práce se STEP 7 lze doporučit [1], [2], [3], [4], [5], [7-7], [11].

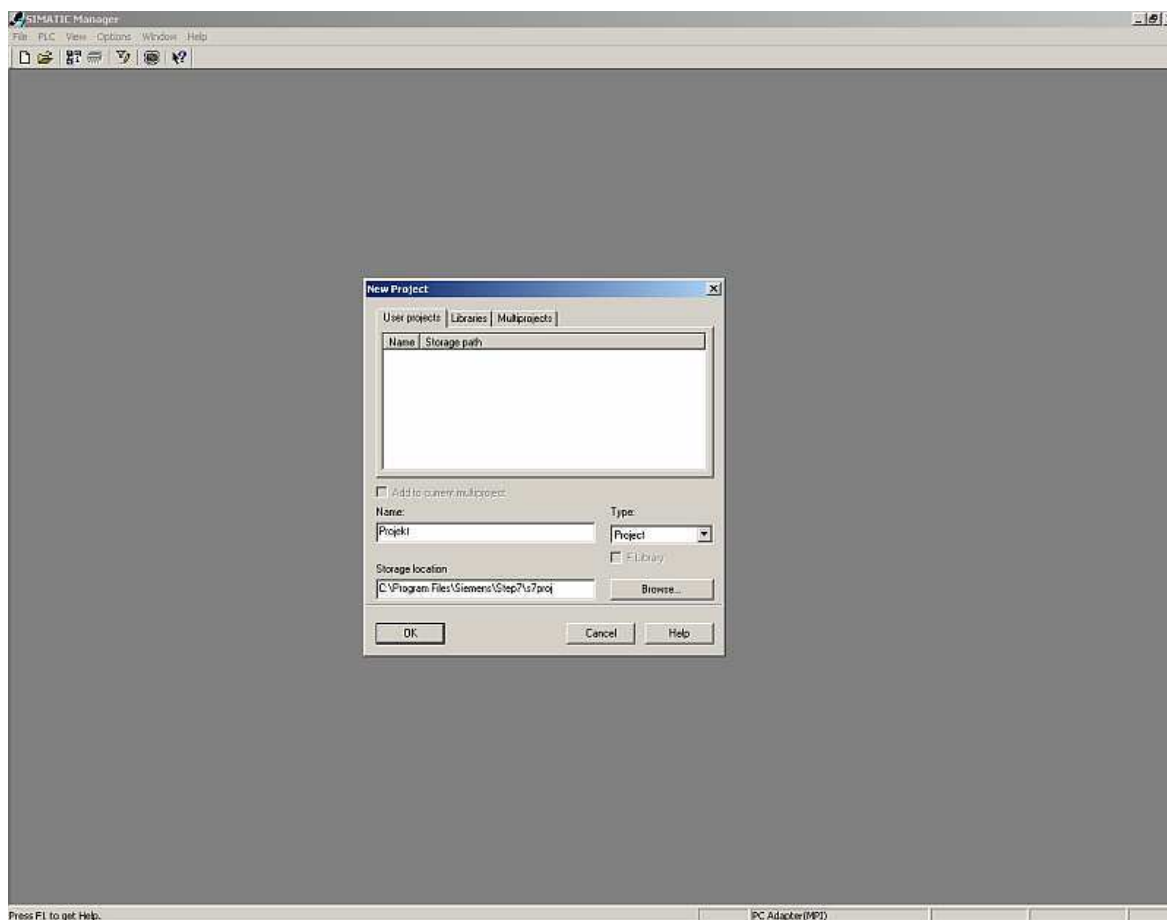
#### 3.1 Postup při vytváření programu

##### 3.1.1 Vytvoření nového projektu

Při spuštění SIMATIC Manager se zobrazí klasická prázdná obrazovka známá z Windows aplikací. V horní části obrazovky je umístěno menu, uprostřed pracovní plocha a dole stavový řádek pojednávající o stavu aplikace, automatu a komunikace.

Nový projekt se tvoří tak, že se v menu **File** zvolí položka **New...**, zobrazí se okno nazvané **New project**, kde se zobrazují už vytvořené projekty. Dále je možné zvolit typ projektu, zda to bude jednoduchý projekt, nebo více projektů v jednom, popřípadě knihovna. Pro projekt je třeba zvolit dosud nepoužitý název a popřípadě cestu, kam se projekt bude ukládat.

Po vytvoření projektu se v pracovní ploše SIMATIC Manageru zobrazí pracovní okno celého projektu.

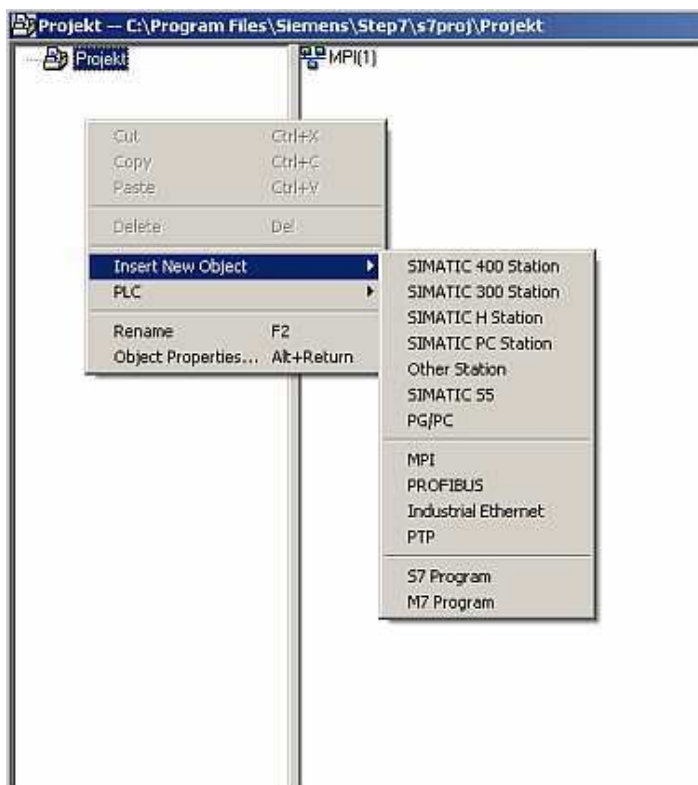


Obrázek 60 – Step 7 – Pracovní plocha, vytváření nového projektu

### 3.1.2 Hardwarová konfigurace

Jednou z prvních věcí, kterou je třeba po vytvoření projektu udělat, je konfigurace hardwarového vybavení PLC. Není to nezbytně nutné dělat hned na začátku. K tomuto kroku se dá kdykoliv vrátit, ovšem je doporučeno tuto konfiguraci udělat hned na začátku pokud je známo, jaký automat bude obsazen a jakou bude mít konfiguraci.

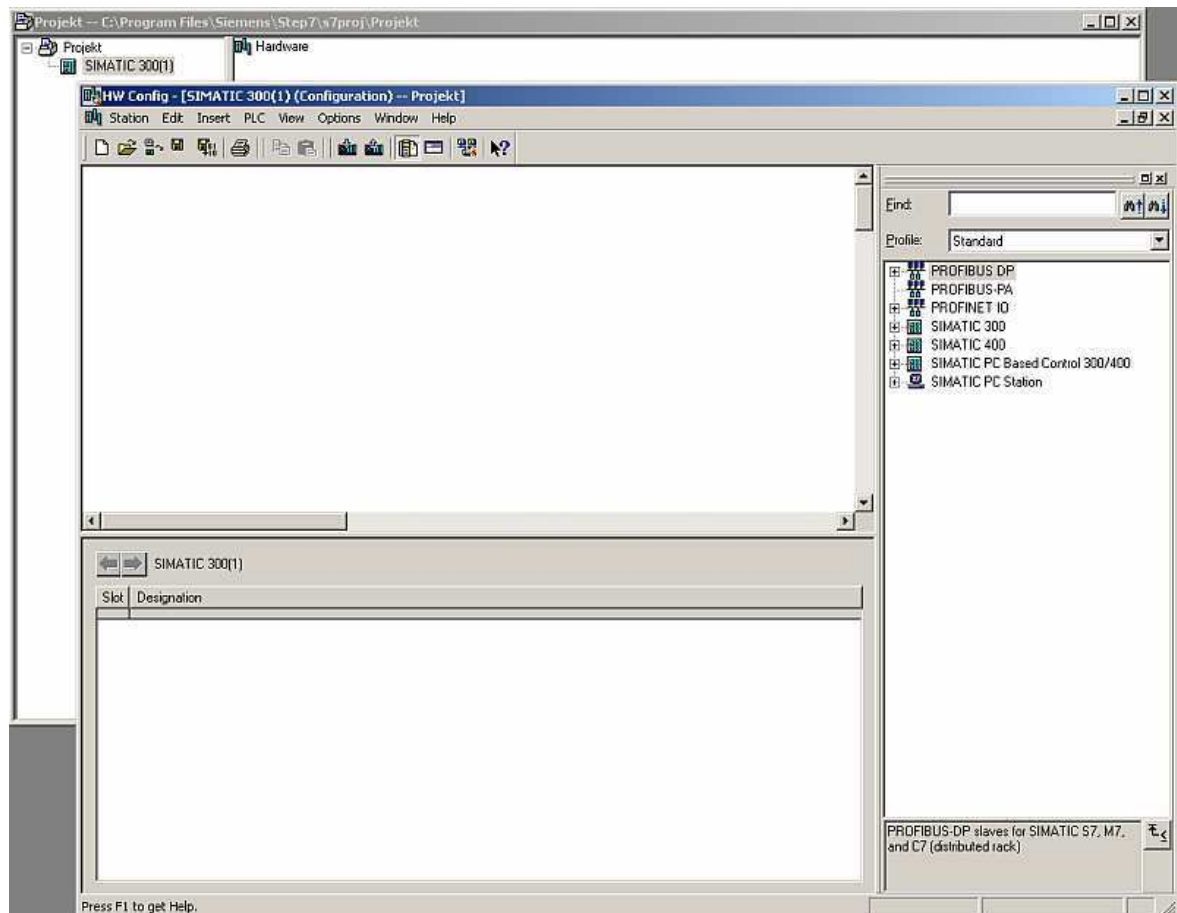
Toho se dosáhne kliknutím pravého tlačítka myši do plochy pracovního okna projektu a zvolením položek **Insert New Object – SIMATIC 300 Station**. V pracovním okně, vedle položky **MPI(1)**, přes kterou se konfiguruje MPI spojení PLC s ostatními součásti sítě, se objeví položka **SIMATIC 300(1)**, kterou je možné přejmenovat podle libosti. Stejného výsledku lze dosáhnout i pomocí položky **Insert** v menu.



Obrázek 61 - Vkládání nových objektů do projektu.

Poklepnutím na vytvořenou položku **SIMATIC 300(1)** se spustí aplikace **HW Config**, jejíž prázdné okno s katalogem po pravé straně je zobrazeno v následujícím obrázku. V horní části je menu s ikonami, které zastupují nejpoužívanější funkce. Pod nimi je plocha, kam se umisťují virtuální lišty s PLC a ostatním hardwarem. Pod touto plochou se zobrazuje detailní obsazení každé lišty. Na pravé straně je umístěn katalog s podrobnou databází všech možných hardwarových konfigurací. V případě, že v katalogu daná konfigurace není uvedena, dá se katalog aktualizovat přes internet, nebo se aktualizuje přímo načtením konfigurace z připojeného PLC.





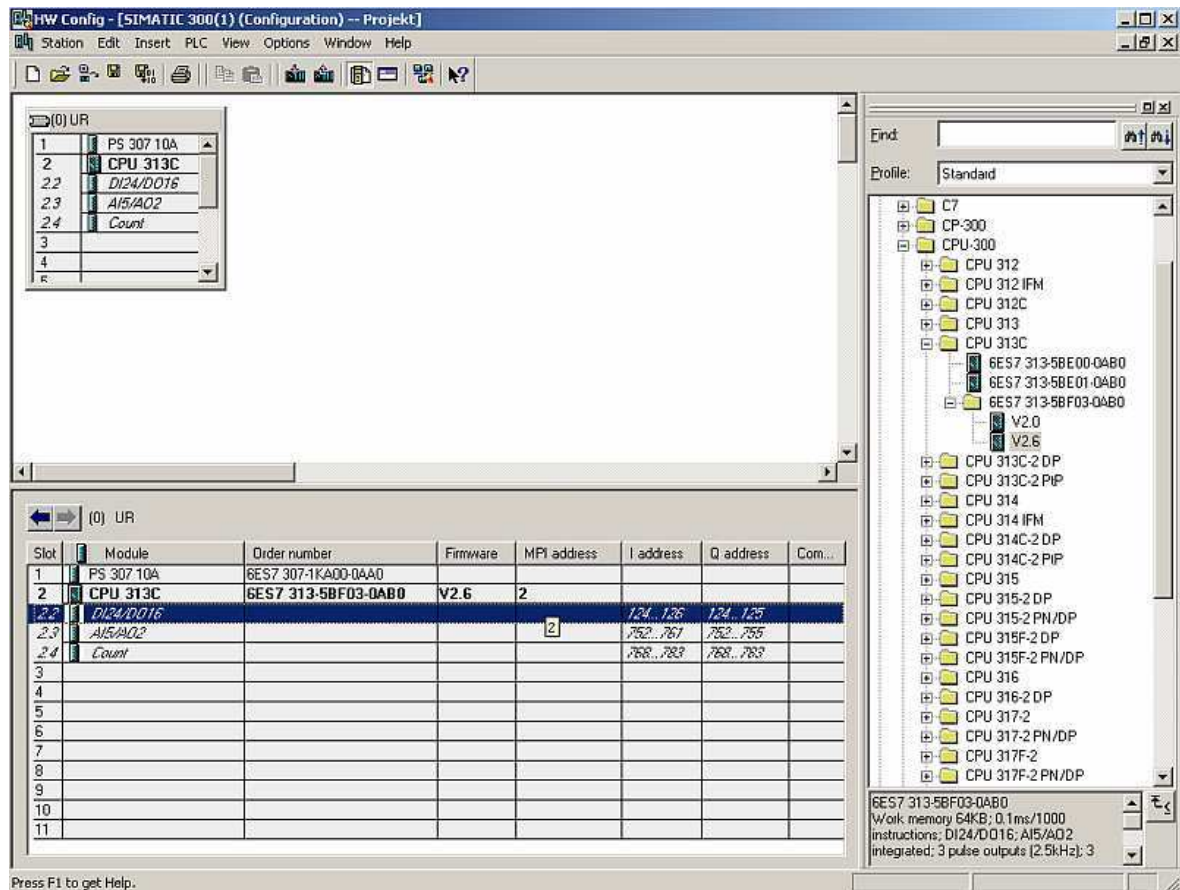
Obrázek 62 – Pracovní plocha HW Config

Pro vložení nové virtuální lišty je opět nutné klepnout pravým tlačítkem na horní polovinu pracovní plochy a vybrat položku **Insert Object...**, dále vybrat **SIMATIC 300 – RACK 300** a nakonec zvolit rail. Tímto byla do objektu vložena lišta, která činí základ pro veškeré další věci.

Lišta je rozdělena na několik řádků, protože každá hardwarová část má své přesné a neměnné umístění. Takže je dáno, že na prvním místě je vždy napájecí zdroj. Opět je potřeba kliknout pravým tlačítkem myši do prvního řádku lišty, zvolit **Insert Object...** a vybrat zdroj, zde to bude **PS 307 10A**.

Na druhém řádku musí být umístěn automat, dá se použít i jiný postup, než popsáný v předchozím odstavci a to tak, že v katalogu se vybere kategorie PLC – **SIMATIC 300**, dále **CPU-300 – CPU 313C - 6ES7 313-5BF03-0AB0 – V2.6**. Poslední dvě položky jsou velmi důležité. Určují přesnou konfiguraci PLC a verzi jeho firmwaru, ovšem je možné, že program PLC bude fungovat i na stejném CPU s mírně odlišnou konfigurací. Zmíněné CPU je potřeba poklepáním nebo systémem Drag-n-drop přenést na druhý řádek lišty, který je ještě pro přehlednost zvýrazněn zelenou barvou. Po přenesení se obsadí zmíněný druhý

řádek a přibudou další „podřádky“, které symbolizují vstupně/výstupní moduly CPU 313C. Jak je vidět z obrázku níže v našem případě to je na řádku 2.2 24 digitálních vstupů, 16 digitálních výstupů, na řádku 2.3 5 vstupů analogových a 2 analogové výstupy a na posledním řádku jsou čítače.



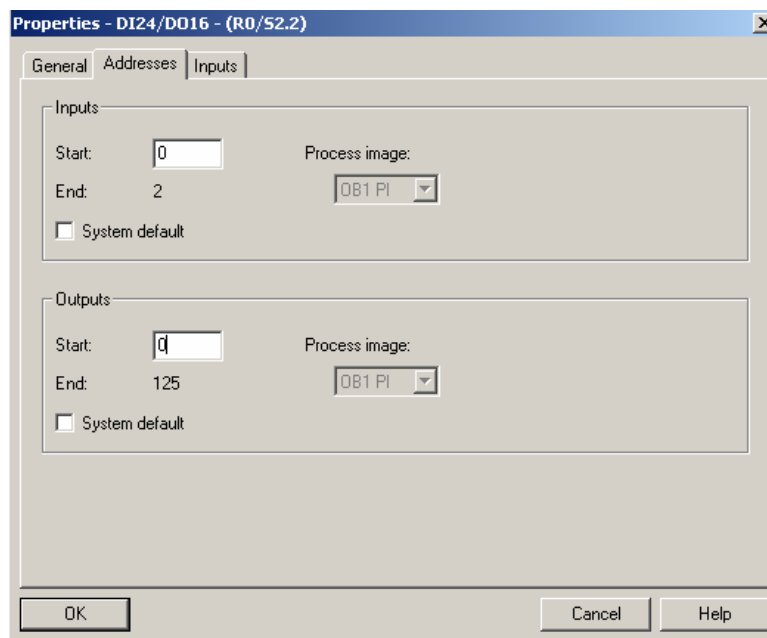
Obrázek 63 – Kompletní hardwarová konfigurace

Do dalších řádků lze obdobně přidávat další hardwarové komponenty PLC, jako jsou rozšiřující vstupy a výstupy, nebo i jiné moduly.

### 3.1.2.1 Nastavení PLC

Po přidání správného typu PLC HW konfigurace je potřeba věnovat zvýšenou pozornost správnému nastavení adresních vstupů a výstupů, a popřípadě je upravit tak, aby odpovídaly realitě. V našem případě je z předchozího obrázku patrné, že digitální vstupy a výstupy nekorespondují s reálným nastavením automatu. Jelikož v kapitole 2. bylo u několika součástí uvedeno, že daná součástka je ovládána například výstupem **Q0.2**, což je výstup 2. bitu v nultém bajtu. Ovšem v předchozím obrázku lze vidět, že vstupy a výstupy automatu začínají na bajtu 124 a končí na bajtu 126, respektive 125. To je třeba upravit. Pravým tla-

čítkem myši je třeba klepnout na příslušný řádek a zvolit **Object Properties...** dále zvolit kartu **Addresses** a zrušit zaškrtnutí u položek **System Default** a u položek **Start** přepsat počáteční bajty vstupů a výstupů na nulu. Po změně hodnot se i automaticky upraví hodnoty koncových bajtů.



Obrázek 64 – Nastavení vstupů a výstupů

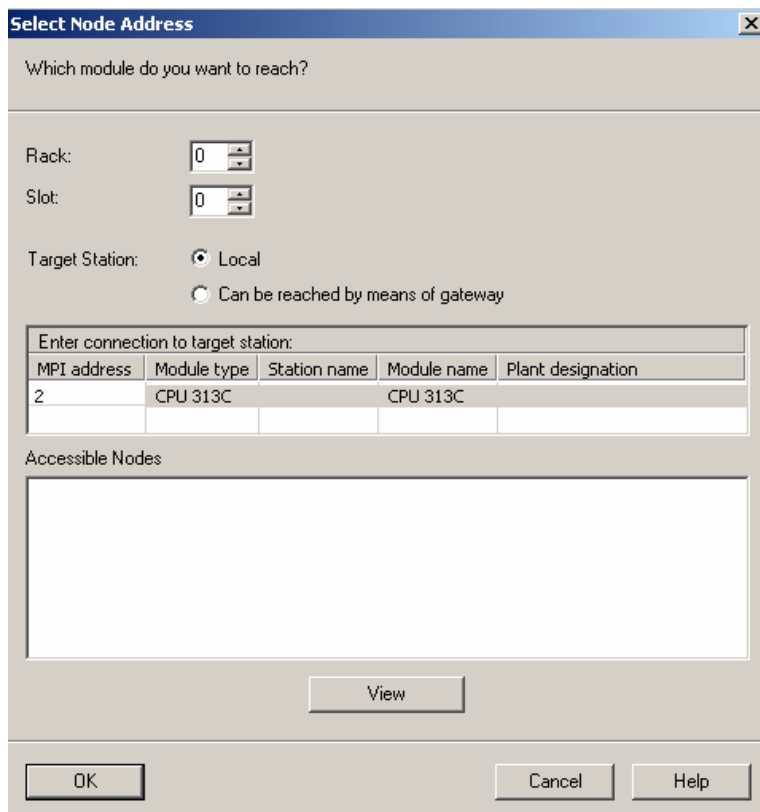
Dále je u PLC potřeba nastavit správnou adresu na komunikaci pomocí sběrnice MPI. Toho se dosáhne zobrazením **Object Properties...** na druhém řádku u PLC, dále se vybere karta **General** a položka **Properties**, v dalším okně se zvolí karta **Parameters** a u položky **Address** se zvolí adresa – výchozí nastavení pro PLC je 2, pro HMI panely 1 a pro programovací zařízení 0.

Po úspěšném nastavení hardwarové konfigurace je potřeba v menu **Station** zvolit položku **Save and Compile**. Poté je možné aplikaci HW Config zavít.

### 3.1.2.2 Stažení hardwarové konfigurace z PLC

V případě, že není úplně jasné jaká je přesná hardwarová konfigurace dodaného automatu, je možné ji nahrát přímo z něj a to tak, že se propojí automat a počítač pomocí programovacího PG/PLC kabelu a v menu **PLC** se zvolí **Upload**. V okně, které se vzápětí objeví je potřeba vybrat projekt, do kterého se bude nová HW konfigurace přidávat. Po výběru a potvrzení upravovaného projektu se objeví další okno, které se táže na umístění automatu a jeho MPI adresu. Do tabulky se napíše adresa daného PLC, jejíž správnost je potvrzena

tím, že po potvrzení adresy se tabulka doplní o typ připojeného PLC. V případě, že není jisté, jakou MPI adresu PLC má, je možné kliknout na tlačítko **View**, v poli **Accessible Nodes** se zobrazí všechna možná připojitelná zařízení, s kterými je možné spolupracovat.

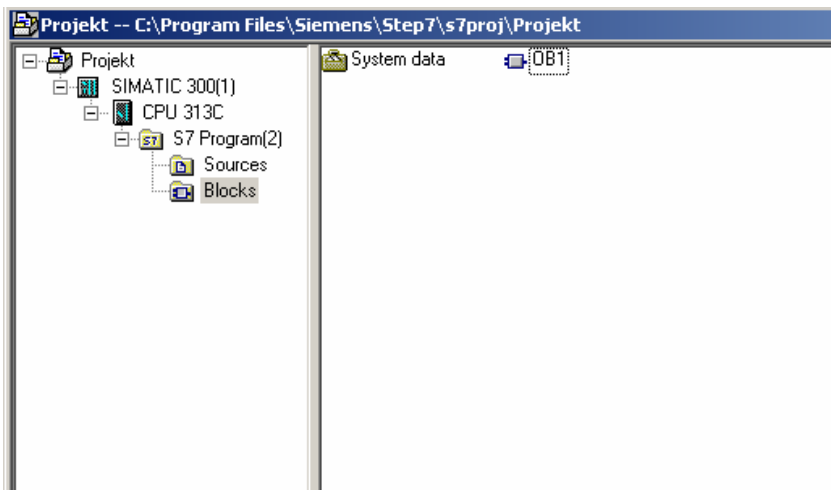


Obrázek 65 – Výběr zařízení pro načtení HW konfigurace

Po potvrzení se v HW Config vytvoří úplně nová HW konfigurace, kterou lze uložit a pak se rozhodnout, jestli se bude pracovat s novou nebo jestli se vrátit k původní a nepoužívané HW konfiguraci smazat.

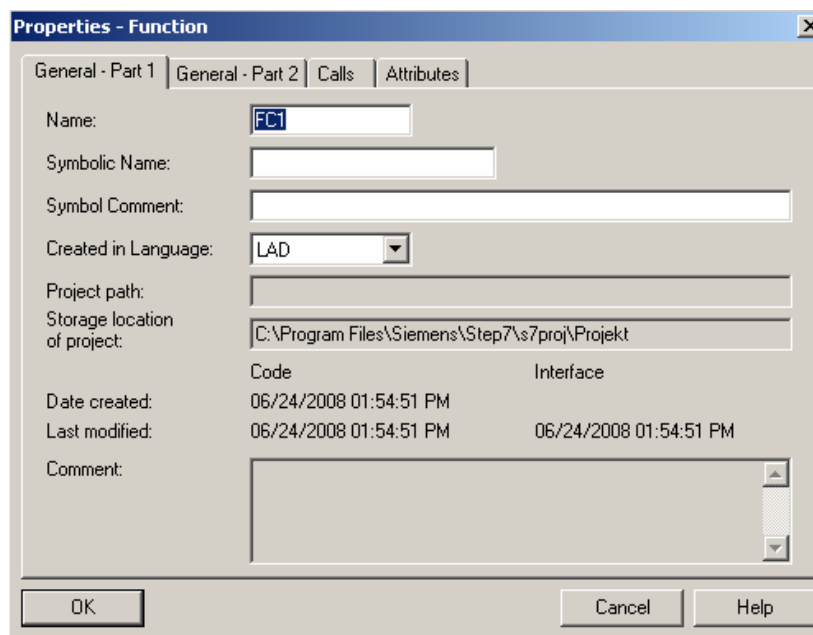
### 3.1.3 Tvorba programu

Následující krok se zabývá tvorbou vlastního programu pro PLC. Po úspěšné konfiguraci hardwaru PLC by pracovní okno projektu mělo vypadat podobně jako na následujícím obrázku. Jak již bylo řečeno dříve, organizační blok OB1 slouží k zorganizování průběhu ostatních bloků. Z něj jsou volány všechny ostatní části programu umístěné v ostatních blocích.



Obrázek 66 – Projekt připravený na vlastní programování

Pro vložení nového bloku je potřeba klepnout pravým tlačítkem a vybrat položku **Insert New Object** a zde si vybrat, který objekt se bude vkládat. V našem případě to bude jednoduchá funkce, čili **Function**.

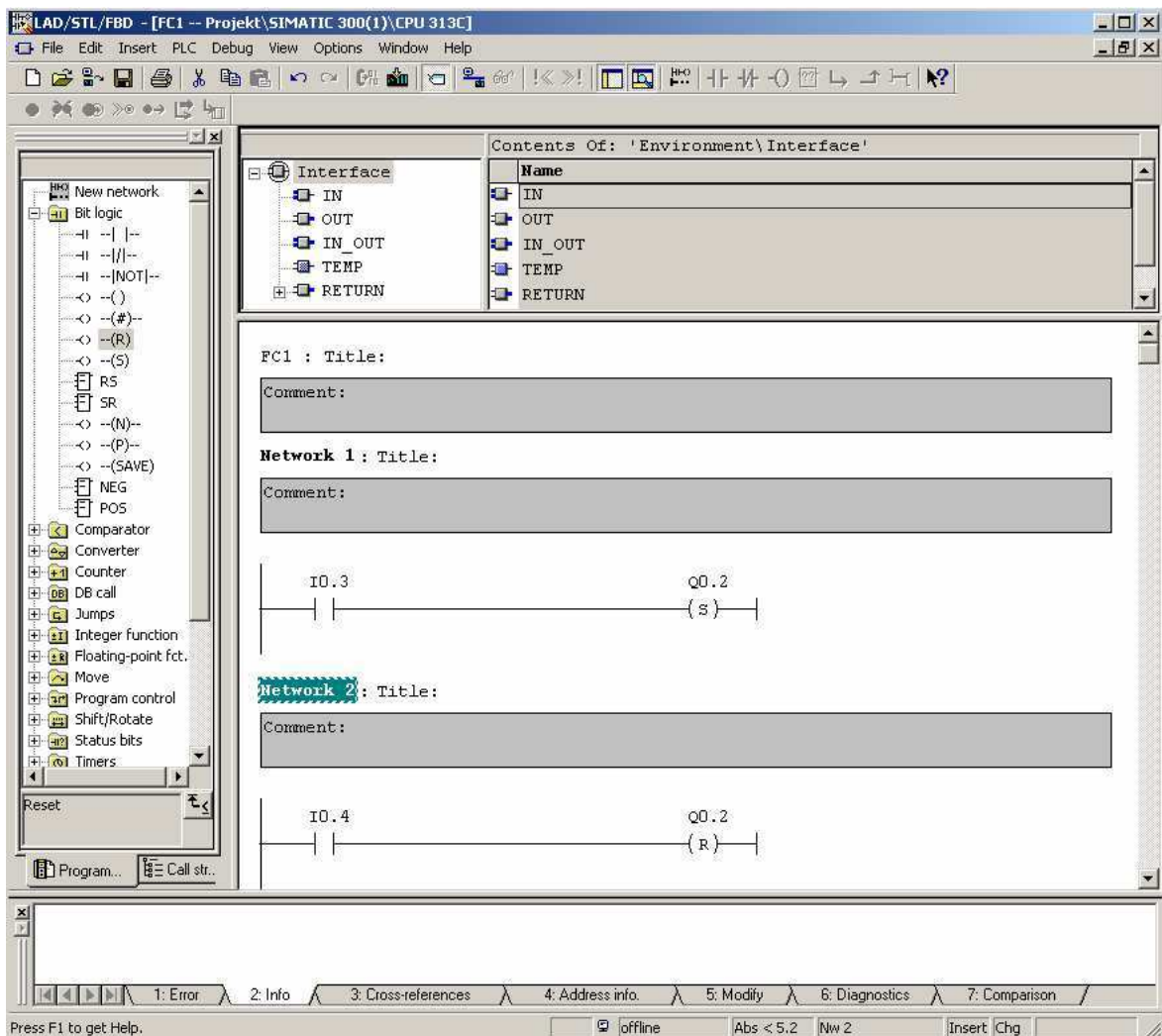


Obrázek 67 – Vlastnosti objektu

Poté se zobrazí okno **Properties**, kde se dají nastavit další vlastnosti objektu jako je název, popřípadě styl programování objektu (STL – Statement List – programování pomocí příkazů jazyka AWL, LAD – Plán kontaktů, FBD – Funkční Bloky). Mezi jednotlivými jazyky lze přepínat, avšak u STL to nemusí při složitějším algoritmu fungovat.

Po poklepání na vložený objekt se spustí aplikace **LAD/STL/FBD**. V aplikaci je možné přepínat zobrazení pomocí menu **View – LAD, SCL, FBD**.

Samotné programování je jednoduché, stačí si na levé straně vybrat patřičnou funkci a přesunout ji do příslušné sítě. V našem případě je zobrazen jednoduchý program, který po umístění lahvičky před světelnou závoru **4B4 (I0.3)** rozjede dopravníky (**Q0.2**) a v okamžiku, kdy lahvička dorazí do plnicího místa před závoru **4B5 (I0.4)**, pásy se opět vypnou.

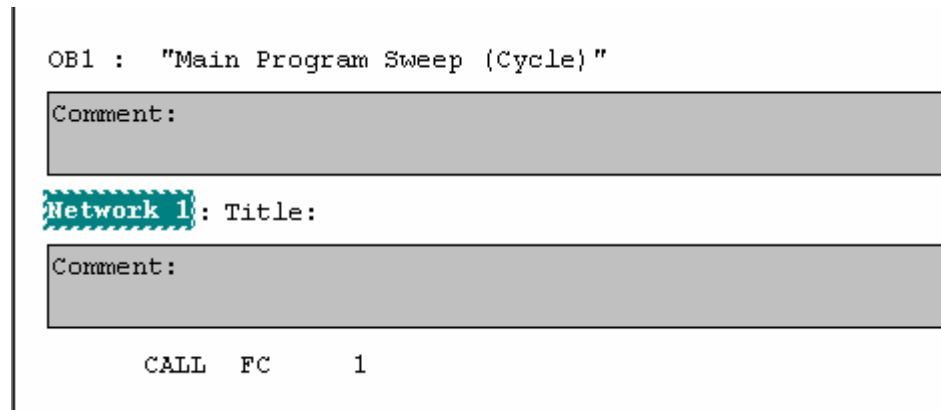


Obrázek 68 – Okno aplikace LAD/STL/FBD – zobrazení LAD

Vložení další sítě se provádí pravým tlačítkem a volbou **Insert Network**. Každý řádek programu je možné bohatě komentovat.

Pro nahrání programu do PLC a jeho vyzkoušení je ještě důležité editovat blok OB1, takže je potřeba jej otevřít a napsat do něj příkaz, aby načel vytvořenou funkci:

```
Call FC 1
```

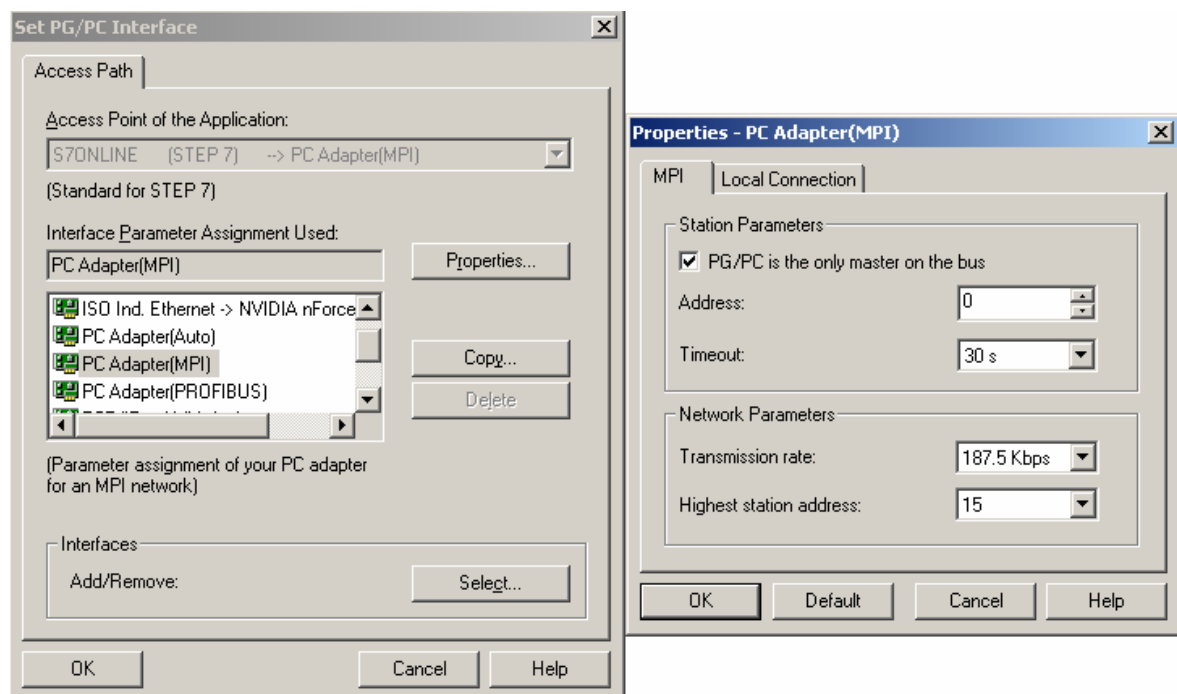


Obrázek 69 – Organizační blok OB1

Všechny funkce je nutno uložit a aplikace LAD/STL/FBD je možné uzavřít.

### 3.2 Konfigurace komunikace PG-PLC

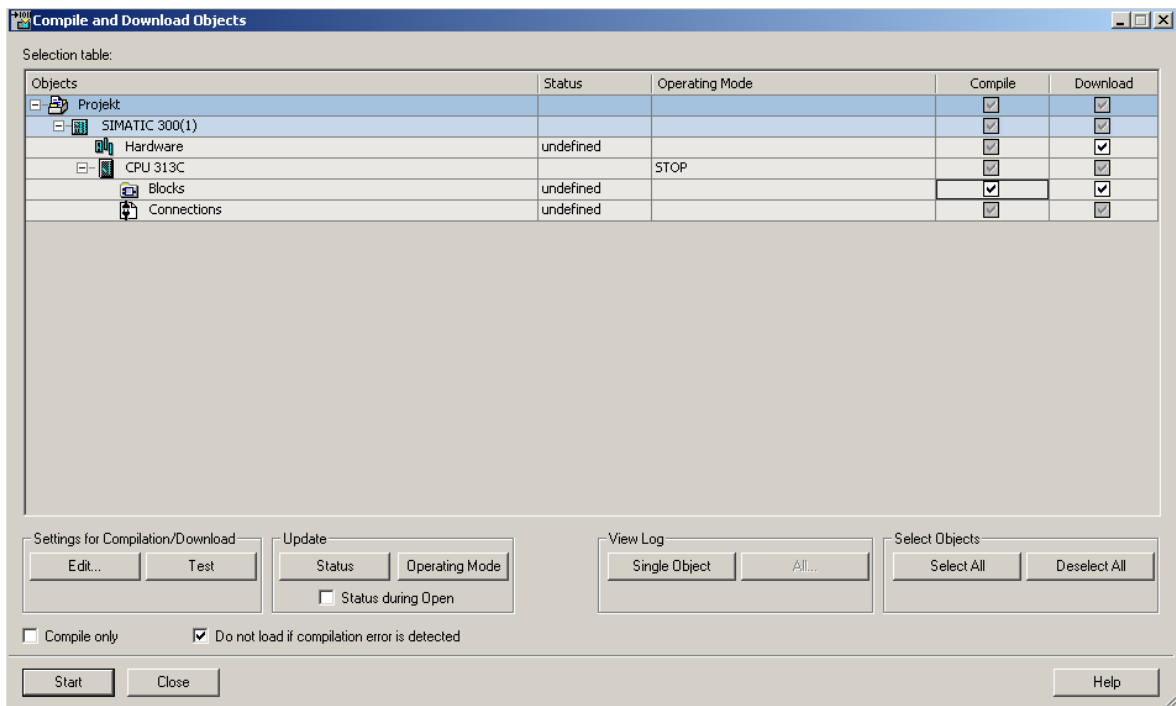
Před samotným nahráním projektu do PLC je nutné zkontrolovat správné nastavení komunikace mezi PC a PLC. To se děje přes menu **Options – Set PG/PC Interface**, v zobrazeném okně se vybere příslušný typ adaptéru a tlačítkem **Properties** se nastaví další hodnoty podle následujícího obrázku.



Obrázek 70 – Nastavení komunikace PG - PLC

### 3.3 Nahrávání projektu do PLC

V případě, že v PLC není obsažen žádný program, tak v SIMATIC Manageru je potřeba kliknout pravým tlačítkem na název projektu, vybrat volbu **PLC – Compile and Download Objects...** V objevivším se okně se označí všechny položky, které se mají zkompilevat a nahrát do PLC, potvrdí tlačítkem **Start** a ještě se potvrdí hlášení, které se zobrazí. V případě, že kompilace a nahrávání projektu do PLC proběhlo v pořádku, objeví se textový protokol v kterém nebude zaznamenána žádná chyba.



Obrázek 71 – Nastavení kompilování a nahrávání projektu do PLC

V případě, že není možné projekt do PLC nahrát, je možné, že bude potřeba PLC restartovat a uvést PLC do výchozího stavu, pokud nepomůže restart PLC, bude nutné zkontrolovat obsah paměti PLC a popřípadě vymazat paměť.

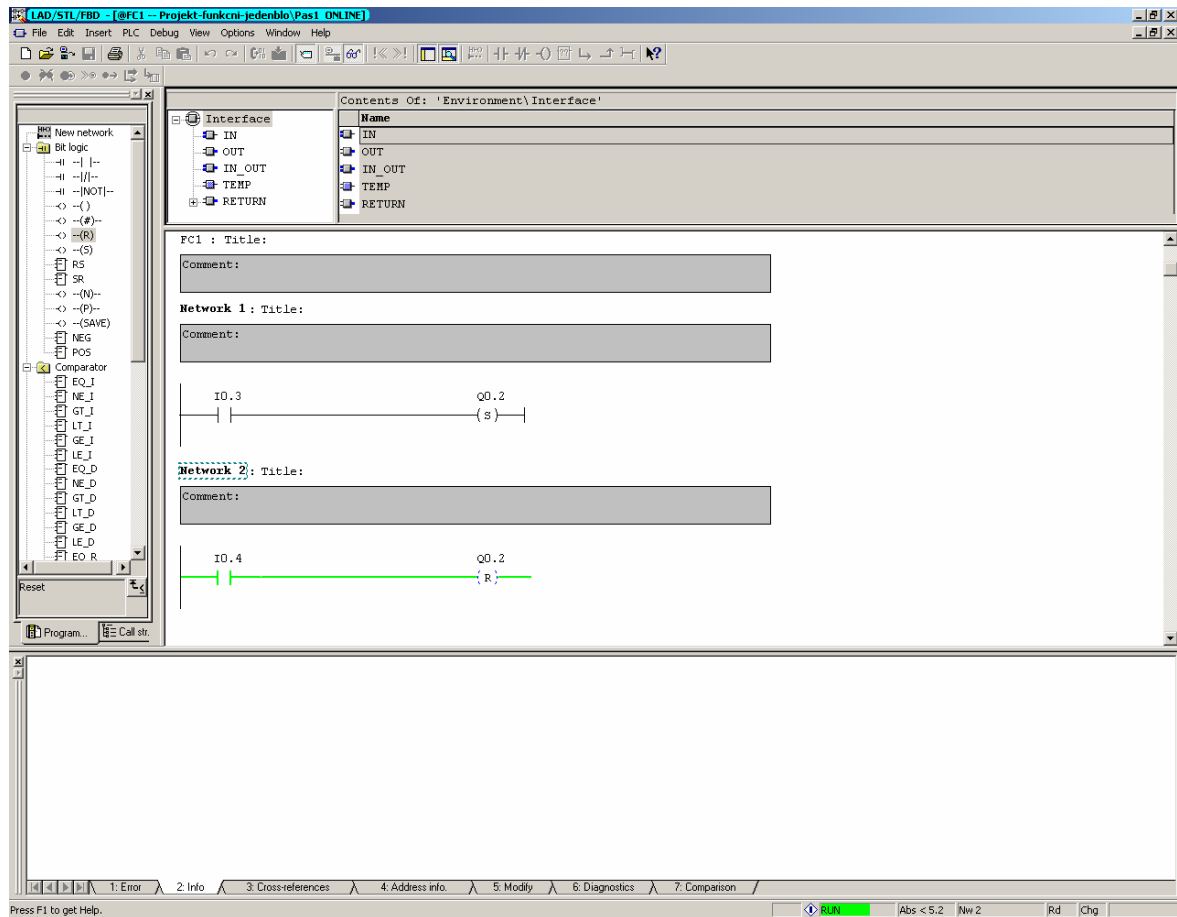
V menu **View – Online** se zobrazí obsah PLC, dále kliknutím na **Blocks** se zobrazí všechny bloky uložené v PLC, které se musí označit a stiskem tlačítka Delete vymazat. Po odkliknutí obou hlášení bude paměť PLC kompletně vymazána s výjimkou systémových bloků, které není možné smazat.

Po úspěšném nahrání projektu do PLC se přepínač na PLC uvede do polohy Start a program běží. Po umístění lahvičky na začátek linky se dopravníky rozběhnou, přesunou lahvičku pod plnicí ventil a zastaví se.



### 3.4 Monitorování vstupů a výstupů

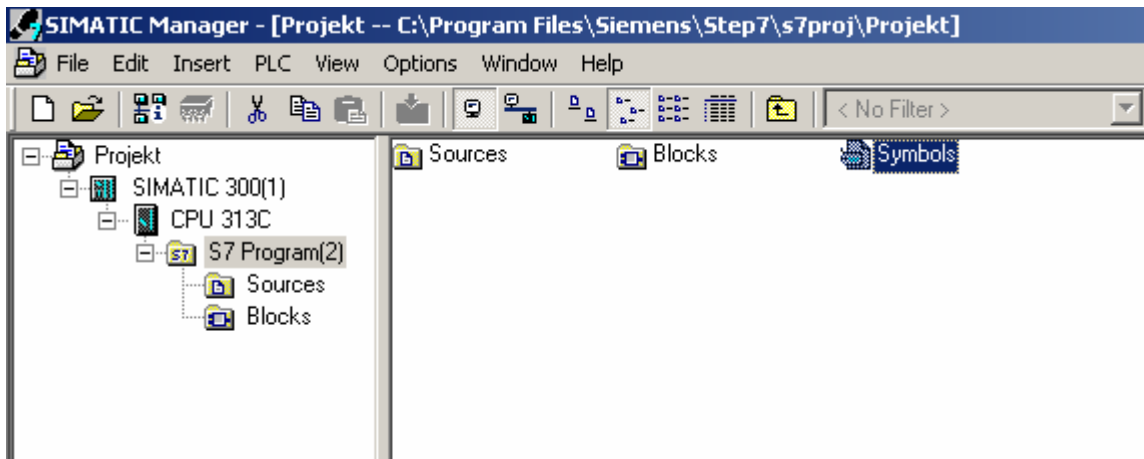
Vytvořené programy je také možné monitorovat pomocí PC a odhalovat tak možné chyby. K tomu je potřeba zvolit v aplikaci LAD/STL/FBD položku **Debut – Monitor** a spustit program v PLC. Právě aktivní kroky jsou zvýrazněny zelenou barvou a popřípadě jsou zobrazeny hodnoty uložené v proměnných.



Obrázek 72 – Monitorování proměnných

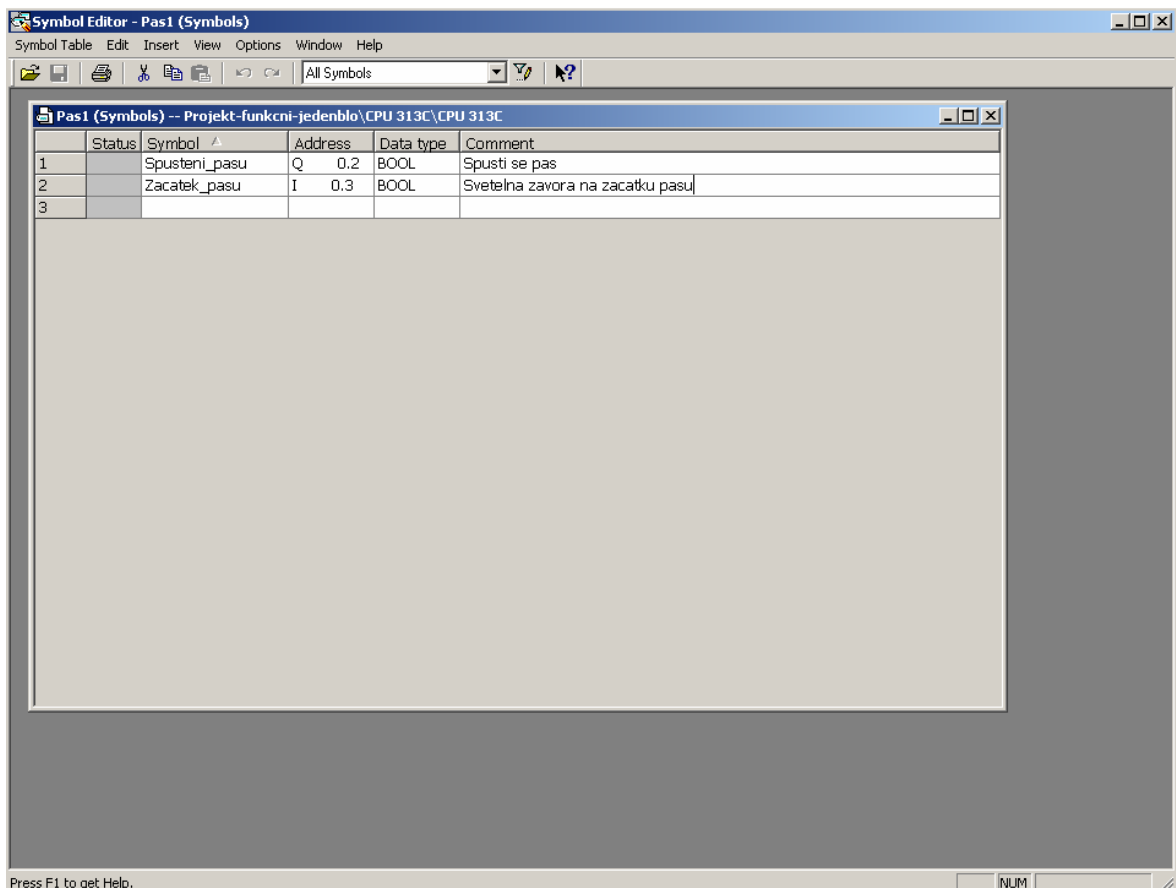
### 3.5 Pojmenování vstupů a výstupů vlastními jmény

V případě, že je v projektu obsluhováno mnoho proměnných, vstupů/výstupů, je možné si jednotlivé vstupy pojmenovat. K tomu slouží položka **Symbols – Symbol Table** ve složce každého programu.



Obrázek 73 – Symbol Table

Poklepáním na položku se otevře tabulka symbolů, do které je možné zadávat adresy vstupů a jejich pojmenování, které je možné využívat přímo v programech.



Obrázek 74 – Tabulka symbolů

Po vyplnění tabulky a jejím uložení je možné v bloku **FC1** zkontrolovat, že se místo adres vstupů a výstupů zobrazují jména, která byla vyplněna, stejně jako tomu je na obrázku dále.

FC1 : Title:

Comment:

**Network 1** : Title:

Comment:



**Network 2** : Title:

Comment:



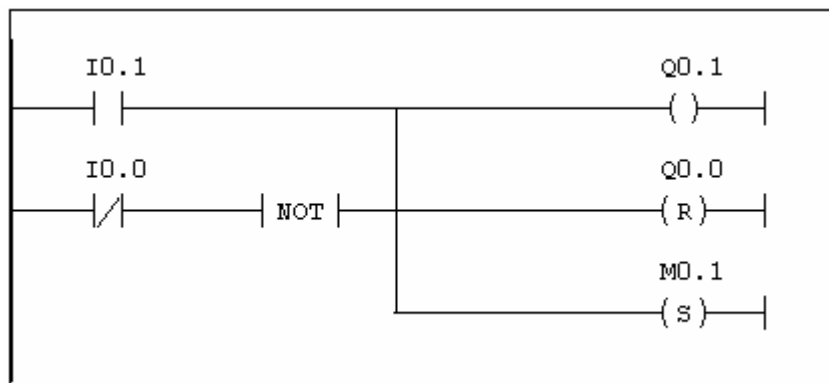
Obrázek 75 – Ukázka pojmenovaných vstupů

## 4 POPIS ZÁKLADNÍCH FUNKCÍ

V této kapitole bude uveden přehled několika základních funkcí, které se mohou hodit pro programování plnicí linky a pro zadané úkoly.

### 4.1 Binární logické funkce

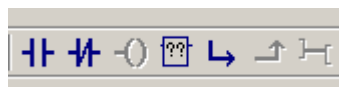
Tyto funkce jsou základní a asi nikdo s nimi nebude mít problém. Jsou zde obsaženy jak kontakty, tak i výstupy s pamětí.



Obrázek 76 – Binární logické funkce

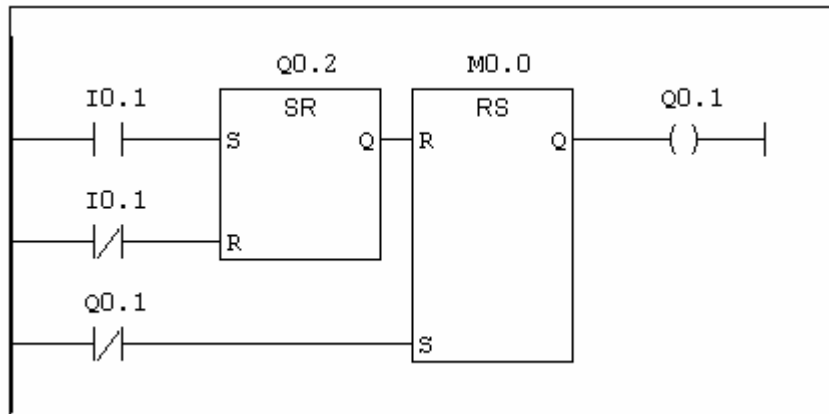
Na obrázku je vidět spínací kontakt pro vstup **I0.1**, rozpínací kontakt **I0.0**, který je negován. Výstup **Q0.1**, výstup Reset **Q0.0** a Výstup Set **M0.1**.

Rozdělení a sloučení vodičů drah se provádí pomocí menu **Insert – LAD Language Elements**. Toto menu má i svou lištu s ikonami, která je zobrazena na následujícím obrázku.



Obrázek 77 – Lišta LAD

*Language Elements*

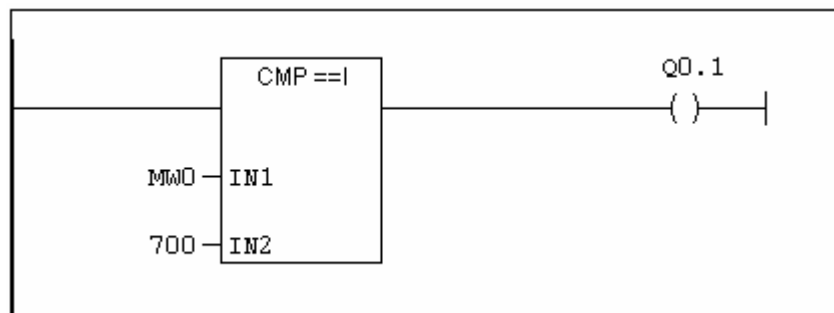


Obrázek 78 – Funkce SR a RS

Funkce SR nebo RS v sobě kombinují oba výstupy Set a Reset, přičemž vždy druhý z uvedených má převahu. Funkce má dva vstupy, jeden na Set, druhý na Reset. Výstup může být použit dále, ale logická jednička se zde objeví pouze pokud je funkce SR ve stavu Set a RS ve stavu Reset.

## 4.2 Komparátory

Komparátory slouží k porovnávání různých hodnot na vstupech, pro porovnávání komparátory je nutné, aby datový typ porovnávaných vstupů nebyl word!



Obrázek 79 - Komparátor

Na obrázku je komparátor porovnávající jestli se vstup **MW0** rovná hodnotě 700. Pokud ano, nastaví se na výstupu **Q0.1** logická jednička.

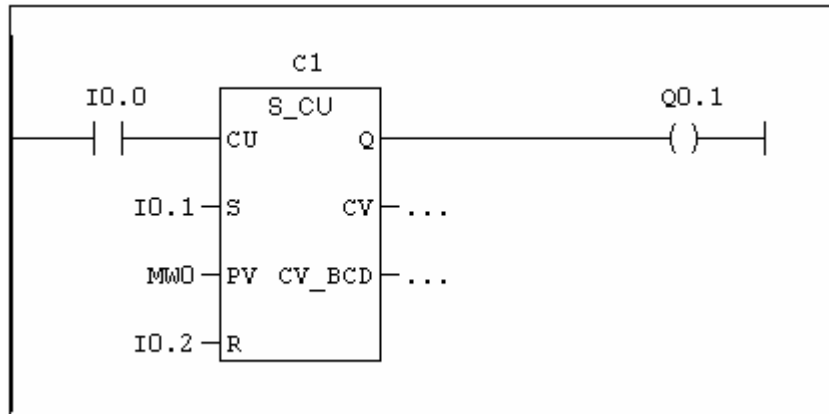
Komparátory mají spoustu variant.

## 4.3 Konvertory

Konvertory slouží ke konverzi typů dat, například z binárních čísel na dekadická apod.

## 4.4 Čítače

Čítače slouží k čítání impulsů, mohou být použity například k počítání lahvíček na plnicí lince.

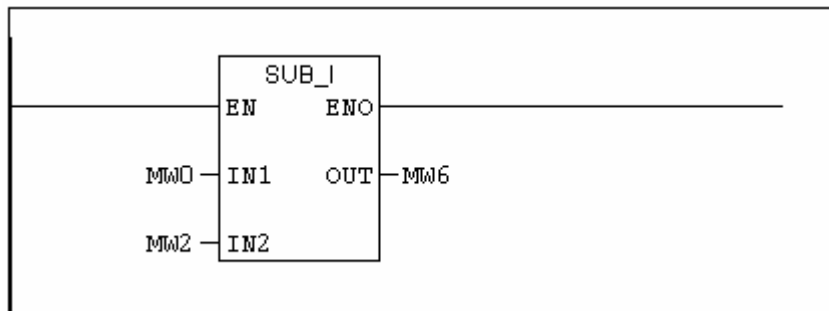


Obrázek 80 – Čítač

Po sepnutí vstupu **IO.1** se na čítač nastaví hodnota obsažená v **MW0**, spínáním **IO.0** čítač přičítá impulsy. **IO.2** čítač resetuje.

## 4.5 Funkce pro počítání

Tyto funkce umožňují provádět matematické funkce s různými hodnotami.

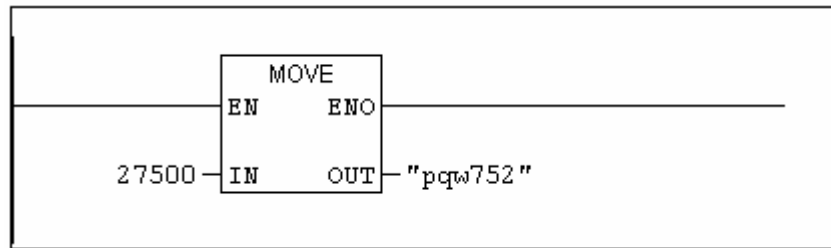


Obrázek 81 – Funkce odčítání

Funkce na obrázku odečte od čísla **MW0** číslo **MW2** a uloží jej do **MW6**.

## 4.6 Funkce Move

Funkce Move slouží k přesouvání různých hodnot z jedné oblasti paměti do druhé. Funkci Move je nutné využívat u analogových výstupů, na které nelze zapsat hodnotu přímo. Využít ji lze například u nastavování otáček čerpadla na plnicí lince.

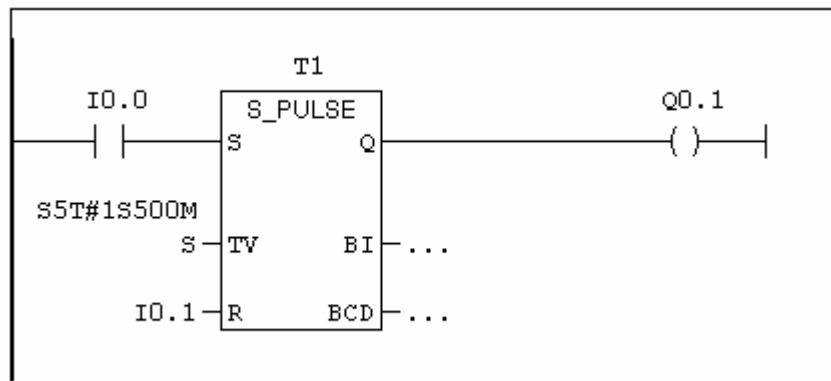


Obrázek 82 – Funkce Move

Zadaná funkce uloží na adresu **PQW752** hodnotu 27500.

## 4.7 Časovače

Časovače slouží k měření určitého časového úseku. Třeba pro časově omezené spuštění libovolného výstupu.



Obrázek 83 – Časovač Pulse

Po sepnutí kontaktu **I0.0** se sepnou časovač na dobu 1,5 vteřiny, po kterou bude sepnut výstup **Q0.1**. Spínač **I0.1** časovač resetuje. Při nastavování časovače je nutné dodržet správnou syntaxi nastavovaného času, která vždy musí začínat **S5T#** a poté zadaný čas se správnými jednotkami.

## 5 OBSAH PŘILOŽENÉHO CD

- \
- └─ Diplomova\_Prace
  - └─ Hrazdil\_Tomáš\_Diplomová\_práce.pdf – Originál textu diplomové práce
  - └─ Hrazdil\_Tomáš\_Diplomová\_práce\_Příloha.pdf – Příloha DP
- └─ DP\_Projekt\_Ulohy
  - └─ Popisy – V této složce jsou obsaženy popisy programů a úloh pro studenty
    - └─ 1Pas1a.pdf
    - └─ 1Pas1b.pdf
    - └─ 2Pas2a.pdf
    - └─ 2Pas2b.pdf
    - └─ 3Ventil1.pdf
    - └─ 4Cerpadlo1.pdf
    - └─ 5Cerpadlo2.pdf
    - └─ 5Cerpadlo2-Symbols.pdf
    - └─ Plnicka1.pdf
    - └─ Plnicka1-Symbols.pdf
    - └─ Plnicka2.pdf
    - └─ Plnicka2-Symbols.pdf
    - └─ Plnicka3.pdf
    - └─ Plnicka3-Symbols.pdf
    - └─ Plnicka4.pdf
    - └─ Plnicka4-Symbols.pdf
    - └─ Plnicka5.pdf
    - └─ Plnicka5-Symbols.pdf
    - └─ Plnicka6.pdf
    - └─ Plnicka6-Symbols.pdf
  - └─ DP\_Tomas\_Hrazdil.zip – Archiv projektu s veškerými programy\*
- └─ FED\_Driver\_SIMATIC\_MPI\_v.4.10
  - └─ D32Uplc055.dll – Driver pro komunikaci SIMATIC MPI – FED v. 4.10
- └─ FESTO\_PLC\_Programy\_v.1.3
  - └─ mps\_pa\_v13sources.exe – Archiv s novějšími verzemi programů pro MPS

---

\* Tento projekt je potřeba dearchivovat pomocí STEP 7 – volba **File – De-archive**



## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Monografie:

- [1] MARTINÁSKOVÁ, Marie, Ing., ŠMEJKAL, Ladislav, Ing., CSc. *Řízení programovatelnými automaty*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1998. 165 s. ISBN 80-01-01766-4.
- [2] MARTINÁSKOVÁ, Marie, Ing., ŠMEJKAL, Ladislav, Ing., CSc. *Řízení programovatelnými automaty II*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2000. 72 s. ISBN 80-01-02096-7
- [3] MARTINÁSKOVÁ, Marie, Ing., Ph.D.; ŠMEJKAL, Ladislav, Ing., CSc. *Řízení programovatelnými automaty III Softwarové vybavení*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. 161 s. ISBN 80-01-02804-6
- [4] BERGER, Hans. *Automatizace se STEPem 7 v AWL*. 2. vyd. Berlin und München: Siemens Aktiengesellschaft, 1998. 328 s. ISBN 3-89578-089-8
- [5] ZEŽULKA, František, Doc., Ing., CSc., BRADÁČ, Zdeněk, Ing., FIEDLER, Petr, Ing., KUČERA, Pavel, Ing., ŠTOHL, Karel, Ing. *Programovatelné automaty*. 1. vyd. Skripta FEKT VUT Brno, 2003. 79 s.

Interní dokumentace firem<sup>†</sup>:

- [6] Festo <http://www.festo.com>, <http://www.festo-didactic.com>
  - [6-1] CD-MPS\English\04\_Bottling\Manual Bottling 696690\_de\_en.pdf
  - [6-2] CD-MPS\Sources\FED\_projects\535880\_FED\_Manual\_677332D2\_b.pdf
  - [6-3] CD-MPS\Sources\FED\_projects\705893\_FED\_Transfer the Project.pdf
  - [6-4] CD-MPS\Sources\FED\_projects\FED Designer 6 EN.pdf
  - [6-5] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\374134\_Gearmotor\_conveyor\_EN.pdf
  - [6-6] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\SOEX\_EN.pdf
  - [6-7] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\537723\_diffuse light sensor\_EN.pdf

---

<sup>†</sup> V této části jsou použity odkazy převážně z dodaných CD-ROM od jednotlivých výrobců – CD-MPS znamená CD-ROM Festo MPS; CD-FED je CD-ROM FED Designer; CD-USB\_Adapter je CD-ROM SIMATIC PC USB Adapter;

- [6-8] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\689201\_en\_Tank, rectangular.pdf
- [6-9] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\691282\_en\_Float sensor.pdf
- [6-10] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\  
690588\_en\_Capacitive proximity sensor.pdf
- [6-11] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\17070x\_en\_Push-  
fit piping system.pdf
- [6-12] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\304518\_en\_Piping.pdf
- [6-13] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\034035\_IO\_terminal\_EN.pdf
- [6-14] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\526213\_en\_Analogue terminal.pdf
- [6-15] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\526214\_Comparator\_EN.pdf
- [6-16] CD-MPS\English\03\_Reactor\Data sheets\541150\_en\_Motor controller.pdf
- [6-17] CD-  
MPS\English\03\_Reactor\Data sheets\150768\_Starting\_current\_limiter\_EN.pdf
- [6-18] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\  
691383\_en\_Float sensor \_overflow protection.pdf
- [6-19] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\691326\_en\_Acoustic sensor.pdf
- [6-20] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\689200\_en\_Tank, round.pdf
- [6-21] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\  
541148\_en\_2\_2-way solenoid valve.pdf
- [6-22] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\196927\_solenoid valve\_EN.pdf
- [6-23] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\170712\_en\_Pump.pdf
- [6-24] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\529351\_feed separator\_EN.pdf
- [6-25] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\537723\_diffuse light sensor\_EN.pdf
- [6-26] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\165323\_receiver\_EN.pdf
- [6-27] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\165353\_transmitter\_EN.pdf
- [6-28] CD-MPS\English\04\_Bottling\Data sheets\  
152894\_Start\_up\_valve\_filter\_control\_valve\_EN.pdf
- [6-29] CD-MPS\English\00\_Boards\Plc\  
668857\_Manual\_PLC\_Board\_Siemens\_S7\_31x.pdf
- [6-30] CD-FED\English\705893\_FED\_Transfer the MPS PA Project.pdf
- [7] Siemens <http://www.siemens.com>
- [7-1] CD-USB\_Adapter\Manuals\English\PC\_Adapter\_USB - manual.pdf

- [7-2] CD-USB\_Adapter\\_Product\_Information\English\PC\_Adapter\_USB - Readme.rtf
- [7-3] CD-USB\_Adapter\\_Product\_Information\English\  
PC\_Adapter\_USB - FW - Readme.rtf
- [7-4] overview\_SIMATIC\_s7\_300\_2005\_cz.pdf  
<http://www1.siemens.cz/ad/current/file.php?fh=035a99ae3c&aid=162602>  
(21.07.2008)
- [7-5] CD-PRODAVE\\_Manuals\English\Prodave MPI\_IE – manual.pdf
- [7-6] CD-PRODAVE\\_Manuals\English\Prodave MPI – manual.pdf
- [7-7] Dokumentace STEP 7
- [8] Exor
- [8-1] [http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/11B73204D472E5AAC1256FD60039539A/\\$file/tn215-0.pdf](http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/11B73204D472E5AAC1256FD60039539A/$file/tn215-0.pdf) (11.08.2008)
- [8-2] [http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/0405E5C70827B93DC125712D005B0A62/\\$file/tn235-0.pdf](http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/0405E5C70827B93DC125712D005B0A62/$file/tn235-0.pdf) (11.08.2008)
- [8-3] [http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/9A70CEB57C262077C12573790036E191/\\$file/tn253-1.pdf](http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/9A70CEB57C262077C12573790036E191/$file/tn253-1.pdf) (11.08.2008)
- [8-4] [http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/7AE256B7A4374781C1257265002BDA0F/\\$file/Tn179-05.pdf](http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/7AE256B7A4374781C1257265002BDA0F/$file/Tn179-05.pdf) (11.08.2008)
- [8-5] [http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/898B105D40BBC398C1257340002A4DCA/\\$file/CA128-1.pdf](http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/898B105D40BBC398C1257340002A4DCA/$file/CA128-1.pdf) (11.08.2008)
- [8-6] [http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/CE7DB72E8F059E7EC1257021002BCA49/\\$file/tn061-3.pdf](http://exorus.exorint.net/gdoc/docattivi.nsf/vw121/CE7DB72E8F059E7EC1257021002BCA49/$file/tn061-3.pdf) (11.08.2008)
- Ostatní zdroje:
- [9] KAFKA, Jan, TESAŘ, Petr. *Programování PLC SIMATIC S7-300*. 1. vyd. Trutnov: SPŠ a SOU Trutnov, 2005. 78 s. <http://www.spstrutnov.cz/ostskole/projekty/programovani-plc/programovani-plc.pdf> (13.06.2008)
- [10] *Programovanie PLC SIMATIC 300*. 50 s.  
<http://www.bhole.sk/download/siemens/siemens300.pdf> (24.06.2008)

- [11] BÉLAI, Igor. *Riadiaci systém SIMATIC S7-300*. Skripta KAR STU Bratislava, 2002. 120 s. [http://www.bhole.sk/download/siemens/Riadiaci\\_system\\_SIMATIC\\_S7-300\\_pwd.pdf](http://www.bhole.sk/download/siemens/Riadiaci_system_SIMATIC_S7-300_pwd.pdf) (24.06.2008)
- [12] BÍLÝ Radek, CAGAŠ Pavel, CAGAŠ Roman, HLADŮVKA David, KOLAŘÍK Martin, SOBOTÍK Jan, ZÁLEŠÁK Miroslav, ZGARBA Zdeněk. *Control Web 2000*. 1. vyd. Computer Press Praha, 1999. 384 s.
- [13] *Encyklopedie elektromagnetické kompatibility*  
<http://www.urel.feec.vutbr.cz/EncyklopedieEMC/index.php?soubor=9.htm>  
(1.07.2008)
- [14] *Wikipedie, otevřená encyklopedie* <http://cs.wikipedia.org/wiki/ASCII> (13.07.2008)

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

<b>°C</b>	Stupeň Celsia	
<b>A</b>	Ampér	
<b>ASCII</b>	American Standard Code for Information Interchange	Infor- Americký standardní kód pro výměnu informací [14]
<b>cm</b>	Centimetr	
<b>DC</b>	Direct Current	Stejnoseměrný proud [12]
<b>DIN</b>	Deutsche Industrie Norm/Deutsches Institut für Normung	Označení německých technických norem / Německý institut pro normalizaci [12]
<b>EN</b>	European norm	Evropská norma
<b>EPDM</b>	Ethylenpropylendienový kaučuk	
<b>g</b>	Gram	
<b>IEC</b>	International Electrotechnical Commission	Com- Mezinárodní elektrotechnická komise [12]
<b>ISO</b>	International Organization of Standardization	Stan- Mezinárodní organizace pro standardizaci
<b>kΩ</b>	Kiloohm	
<b>l</b>	Litr	
<b>m</b>	Metr	
<b>MB</b>	Megabyte	Megabajt
<b>min.</b>	Minuta	
<b>mm</b>	Milimetr	
<b>MPI</b>	Multipoint Interface	
<b>MPS</b>	Modular Production System	Modulární systém výroby
<b>N.m</b>	Newton Metr	
<b>PLC</b>	Programmable Logic Controller	Programovatelný Automat
<b>V</b>	Volt	
<b>VA</b>	Volt-Ampér	
<b>VDE</b>	Verband Deutscher Elektrotechniker	Svaz Německých Elektrotechniků [12]

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 – Festo MPS®PA Bottling Station.....	4
Obrázek 2 – Celkový pohled na plnicí linku [6-1] .....	6
Obrázek 3 – Dotykový panel Festo FED-120-COL-SA .....	7
Obrázek 4 – Vstupně/výstupní porty dotykového panelu .....	8
Obrázek 5 – Tlačítka panelu [6-2] .....	9
Obrázek 6 – Pásové dopravníky.....	12
Obrázek 7 – Světelná závora.....	13
Obrázek 8 – Infračervený přijímač/vysílač .....	14
Obrázek 9 – Hlavní nádrž .....	15
Obrázek 10 – Plovákový senzor [6-9] .....	16
Obrázek 11 – Kapacitní snímač .....	17
Obrázek 12 – Kleště na řezání trubek .....	19
Obrázek 13 – Detail potrubního systému.....	19
Obrázek 14 – Dodané hadice a další součásti .....	20
Obrázek 15 – Možné varianty push-in spojek potrubí [6-11].....	20
Obrázek 16 – Schéma propojovacího terminálu[6-1].....	22
Obrázek 17 – Digitální I/O terminál .....	23
Obrázek 18 – Schéma I/O terminálu [6-13].....	24
Obrázek 19 – Analogový I/O terminál.....	24
Obrázek 20 – Schéma analogového terminálu [6-14].....	25
Obrázek 21 – Komparátor.....	27
Obrázek 22 – Schéma komparátoru [6-15].....	28
Obrázek 23 – Hystereze při přepínání výstupů [6-15].....	28
Obrázek 24 – Ovladač motorů .....	29
Obrázek 25 – Schéma ovladače motoru [6-16].....	30
Obrázek 26 – Můstek pro změnu analogových vstupů na digitální .....	32
Obrázek 27 – Ochranný obvod proti přetečení nádrží .....	33
Obrázek 28 – Proudové omezovače.....	33
Obrázek 29 – Schéma připojení proudového omezovače [6-17].....	34
Obrázek 30 – Plovákový senzor dávkovací nádrže [6-18] .....	35
Obrázek 31 – Ultrazvukový snímač.....	36

Obrázek 32 – Znázornění volného prostoru kolem zvukových vln [6-19].....	37
Obrázek 33 – Měřící rozsah ultrazvukového senzoru [6-19] .....	38
Obrázek 34 – Dávkovací nádrž.....	39
Obrázek 35 – Elektromagnetický ventil.....	40
Obrázek 36 – Schéma elektromagnetického ventilu [6-21].....	40
Obrázek 37 – Odvzdušňovací a přepouštěcí ventily.....	42
Obrázek 38 – Čerpadlo [6-23] .....	42
Obrázek 39 – Součásti čerpadla [6-23].....	43
Obrázek 40 – Pneumatický oddělovač.....	45
Obrázek 41 – Regulační vzduchový ventil s filtrem.....	46
Obrázek 42 – Celkový pohled na PLC board SIMATIC S7-313C .....	48
Obrázek 43 – Svorkovnice PLC Boardu.....	49
Obrázek 44 – Napájecí a komunikační konektory PLC Boardu .....	49
Obrázek 45 – Kabel pro analogové I/O .....	50
Obrázek 46 – Konfigurace S7-300 [7-4] .....	53
Obrázek 47 – PLC SIMATIC S7-313C .....	53
Obrázek 48 – Detail svorkovnice a konektoru MPI.....	55
Obrázek 49 – PC USB Adaptér .....	61
Obrázek 50 – Schéma propojení PC a PLC pomocí PC USB Adaptéru [7-1] .....	62
Obrázek 51 – Konektory a LED Adaptéru [7-1].....	63
Obrázek 52 – MPI kabel s 9-ti pinovými D-Sub konektory [7-1] .....	64
Obrázek 53 – Číslování jednotlivých pinů rozhraní MPI [7-1] .....	65
Obrázek 54 – Zapojení MPI kabelu [7-1] .....	65
Obrázek 55 – Blokové schéma PC USB adaptéru .....	66
Obrázek 56 – Konektor USB-B [7-1] .....	66
Obrázek 57 – Schéma propojení samostatného systému [7-1] .....	67
Obrázek 58 – Propojení sítě s více než dvěma uzly pomocí kabelu Profibus [7-1] .....	68
Obrázek 59 – Kabel Profibus.....	68
Obrázek 60 – Step 7 – Pracovní plocha, vytváření nového projektu.....	71
Obrázek 61 -Vkládání nových objektů do projektu.....	72
Obrázek 62 – Pracovní plocha HW Config .....	73
Obrázek 63 – Kompletní hardwarová konfigurace .....	74
Obrázek 64 – Nastavení vstupů a výstupů.....	75

Obrázek 65 – Výběr zařízení pro načtení HW konfigurace .....	76
Obrázek 66 – Projekt připravený na vlastní programování .....	77
Obrázek 67 – Vlastnosti objektu.....	77
Obrázek 68 – Okno aplikace LAD/STL/FBD – zobrazení LAD .....	78
Obrázek 69 – Organizační blok OB1 .....	79
Obrázek 70 – Nastavení komunikace PG - PLC.....	79
Obrázek 71 – Nastavení kompilování a nahrávání projektu do PLC.....	80
Obrázek 72 – Monitorování proměnných .....	81
Obrázek 73 – Symbol Table .....	82
Obrázek 74 – Tabulka symbolů .....	82
Obrázek 75 – Ukázka pojmenovaných vstupů.....	83
Obrázek 76 – Binární logické funkce .....	84
Obrázek 77 – Lišta LAD Language Elements .....	84
Obrázek 78 – Funkce SR a RS.....	85
Obrázek 79 - Komparátor .....	85
Obrázek 80 – Čítač .....	86
Obrázek 81 – Funkce odčítání .....	86
Obrázek 82 – Funkce Move.....	87
Obrázek 83 – Časovač Pulse.....	87



**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 – Technická data plnicí linky [6-1].....	5
Tabulka 2 – Stav panelu indikované LED diodami [6-2] .....	8
Tabulka 3 – základní technická data panelu [6-2] .....	11
Tabulka 4 – Technická data panelu [6-2] .....	11
Tabulka 5 – Technická data prostředí panelu [6-2] .....	12
Tabulka 6 – Technická data dopravníků [6-5].....	13
Tabulka 7 – Technická data hlavní nádrže [6-8] .....	15
Tabulka 8 – Technická data plovákového senzoru [6-9].....	17
Tabulka 9 – Technická data kapacitního senzoru [6-10].....	18
Tabulka 10 – Technická data potrubních spojek [6-11] .....	20
Tabulka 11 – Technická data potrubí [6-12].....	21
Tabulka 12 – Technická data I/O terminálu [6-13].....	23
Tabulka 13 – Technická data analogového I/O terminálu [6-14] .....	25
Tabulka 14 – Rozdělení pinů [6-14] .....	26
Tabulka 15 – Technická data komparátoru [6-15].....	29
Tabulka 16 – Možnosti zesílení IxR [6-16].....	30
Tabulka 17 – Vysvětlivky k Obrázek 25 [6-16] .....	31
Tabulka 18 – Technická data pro vstupní obvod [6-16].....	31
Tabulka 19 – Technická data pro výstupní obvod [6-16] .....	31
Tabulka 20 – Technická data proudového omezovače [6-17] .....	34
Tabulka 21 – Technická data ochranného plováku dávkovací nádrže [6-18].....	35
Tabulka 22 – Technická data ultrazvukového senzoru [6-19].....	38
Tabulka 23 – Technické parametry dávkovací nádrže [6-20].....	39
Tabulka 24 – Technická data elektromagnetického ventilu [6-21].....	41
Tabulka 25 – Technická data čerpadla [6-23].....	44
Tabulka 26 – Tlaky a výkony čerpadla [6-23] .....	45
Tabulka 27 – Technická data regulačního vstupního ventilu [6-28] .....	47
Tabulka 28 – Technická data PLC Boardu [6-29] .....	51
Tabulka 29 – Vysvětlivky stavů stavových diod PLC [9] .....	54
Tabulka 30 – Funkce přepínače funkcí [9] .....	54
Tabulka 31 – Postup při restartování PLC [9] .....	55

---

Tabulka 32 – Propojení digitálních vstupů a výstupů s konektory XMA2 a XMG1 [6-29].....	56
Tabulka 33 – Propojení analogových vstupů a výstupů s konektorem XMA4 [6-29].....	57
Tabulka 34 – Přehled základních datových typů a jejich rozsahů [4].....	58
Tabulka 35 – Technická data SIMATIC S7-313C [6-29].....	61
Tabulka 36 – Podporované sítě a přenosové rychlosti PC USB adaptéru [7-1] .....	62
Tabulka 37 – Popis významu diod PC USB Adaptéru [7-1] .....	64
Tabulka 38 – Význam jednotlivých pinů MPI rozhraní [7-1].....	65
Tabulka 39 – Popis pinů USB [7-1].....	66
Tabulka 40 – Technická data PC USB Adaptéru.....	69