

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ  
ÚSTAV VÝKONOVÉ ELEKTROTECHNIKY A ELEKTRONIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

DEPARTMENT OF POWER ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING

## ŘÍZENÍ TECHNOLOGICKÉHO PROCESU POMOCÍ PROGRAMOVACÍHO LOGICKÉHO AUTOMATU

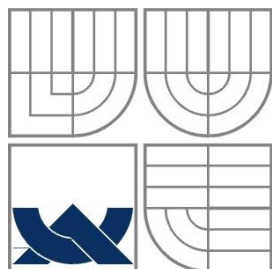
CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESS USING PLC

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE  
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

MARTIN PAVELA

BRNO 2012



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH  
TECHNOLOGIÍ**

**ÚSTAV VÝKONOVÉ ELEKTROTECHNIKY  
A ELEKTRONIKY**

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF POWER ELECTRICAL AND ELECTRONIC  
ENGINEERING

# **ŘÍZENÍ TECHNOLOGICKÉHO PROCESU POMOCÍ PROGRAMOVACÍHO LOGICKÉHO AUTOMATU**

CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESS USING PLC

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

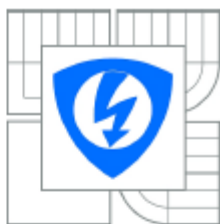
**MARTIN PAVELA**

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

**ING. DALIBOR ČERVINKA. Ph.D.**

BRNO, 2012



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky

# Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

**Student:** Martin Pavela

**ID:** 106699

**Ročník:** 3

**Akademický rok:** 2011/2012

## NÁZEV TÉMATU:

Řízení technologického procesu pomocí programovacího logického automatu

## POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Proveďte detailní analýzu daného technologického procesu a stanovte požadavky na PLC.
2. Zvolte vhodnou jednotku PLC a popište její možnosti.
3. S pomocí zvolené jednotky realizujte daný technologický proces a toto řešení prezentujte.

## DOPORUČENÁ LITERATURA:

Dle pokynů vedoucího

**Termín zadání:** 23.9.2010

**Termín odevzdání:** 31.5.2012

**Vedoucí práce:** Ing. Dalibor Červinka, Ph.D.

**Konzultanti bakalářské práce:**

**doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.**

*Předseda oborové rady*

## UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

## **Abstrakt**

Ve své práci se zabývám rozbohem programovatelných automatů simatic, má práce zahrnuje tyto prvky:

- Historie PLC
- Programovatelný automat, jeho rozdělení funkce
- Programovací jazyky
- Programovací prostředí STEP
- Komunikace s PLC

## **Abstract**

My work deals with analysis of programmable automatic machines and includes these elements:

- History PLC;
- Automatic programming, its distribution and fiction
- Programming Languages
- Programming environment STEP
- Communication with PLC

## **Klíčová slova**

- Programovací automat; programovací jazyky Ladder a STL; programovací prostředí STEP;Komunikace s PLC

## **Keywords**

- Automatic programming; programming Languages Ladder and STL; programming environment STEP;Communication with PLC

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Řízení technologického postupu pomocí PLC, jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího semestrální práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne .....

Podpis autora .....

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé semestrální práce.

V Brně dne .....

Podpis autora .....

## Obsah

<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>2 HISTORIE PLC</b> .....	<b>11</b>
<b>3 TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>3.1 PROGRAMOVATELNÝ AUTOMAT</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2 PLC OPERACE</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3 ROZDĚLENÍ PROGRAMOVATELNÝCH AUTOMATŮ</b> .....	<b>13</b>
3.3.1 MICRO PLC.....	13
3.3.2 KOMPAKTNÍ SYSTÉM.....	14
3.3.3 MODULÁRNÍ SYSTÉM .....	15
3.3.4 SPECIÁLNÍ SYSTÉMY .....	16
<b>3.4 ZÁKLADNÍ PRVKY PROGRAMOVATELNÉHO AUTOMATU</b> .....	<b>16</b>
3.4.1 ZDROJ.....	16
3.4.2 CENTRÁLNÍ VÝPOČETNÍ JEDNOTKA .....	17
3.4.3 UŽIVATELSKÁ A SYSTÉMOVÁ PAMĚŤ.....	17
3.4.4 ANALOGOVÉ VSTUPNÍ/VÝSTUPNÍ MODULY .....	17
3.4.5 BINÁRNÍ VSTUPNÍ A VÝSTUPNÍ MODULY .....	18
<b>3.5 FUNKČNÍ PRVKY PLC</b> .....	<b>18</b>
3.5.1 ČÍTAČE .....	18
3.5.2 ČASOVAČE.....	18
<b>3.6 PLC V TECHNOLOGICKÉM PROCESU</b> .....	<b>19</b>
<b>3.7 CHARAKTERISTIKA PLC</b> .....	<b>20</b>
3.7.1 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ PROGRAMOVATELNÝCH AUTOMATŮ .....	20
<b>PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>21</b>
<b>4 ANALÝZA TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU</b> .....	<b>21</b>
<b>4.1 POPIS FUKCE TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU</b> .....	<b>21</b>
<b>4.2 SCHÉMA TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU</b> .....	<b>22</b>
<b>5 PLC SIMATIC S7-200 CPU 212</b> .....	<b>25</b>
<b>5.1 MODUL CPU</b> .....	<b>27</b>
5.1.1 VYBAVENÍ MODULU CPU 212 .....	27
• PAMĚŤ EPROM PRO OPERAČNÍ SYSTÉM.....	27
5.1.2 PARAMETRY ZÁKLADNÍCH MODULŮ .....	28
<b>5.2 PRACOVNÍ CYKLUS PLC</b> .....	<b>29</b>
ZPŮSOB PRÁCE, KTERÝM SE CHARAKTERIZUJE PLC A TAKÉ SE ODLIŠUJE OD MIKROPOČÍTAČŮ JE PŘÁVĚ ZMIŇOVANÝ CYKlický ZPŮSOB VYKONÁVÁNÍ PROGRAMU. TENTO ZÁKLADNÍ REŽIM JE VYOBRAZEN V ČASOVÉM DIAGRAMU. ....	29
<b>5.3 ROZDĚLENÍ PAMĚTI A JEDNOTLIVÝCH BLOKŮ U CPU 212</b> .....	<b>30</b>
<b>5.4 PROGRAMOVÁNÍ PLC</b> .....	<b>31</b>
5.4.1 LINEÁRNÍ PROGRAMOVÁNÍ.....	31
5.4.2 STRUKTUROVANÉ PROGRAMY .....	31
5.4.3 ZÁKLADNÍ ELEMENTY JAZYKA LADDER.....	31

<b>5.5 PROGRAMOVACÍ PROSTŘEDÍ STEP.....</b>	<b>32</b>
5.5.1 STEP 7 PROFESSIONAL SE SKLÁDÁ Z TĚCHTO ČÁSTÍ:.....	32
<b>5.6 KOMUNIKACE S PLC S7-200 .....</b>	<b>34</b>
5.6.1 ETHERNET.....	34
5.6.2 PROFIBUS-DP.....	34
5.6.3 AS-INTERFACE.....	35
5.6.4 MODEM.....	35
5.6.5 SÉRIOVÁ KOMUNIKACE .....	36
5.6.6 SHRNUTÍ KOMUNIKAČNÍCH PROSTŘEDKŮ .....	36
<b>6 VLASTNÍ PROGRAM.....</b>	<b>37</b>
<b>7 ZÁVĚR.....</b>	<b>41</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>42</b>



## Seznam obrázků

<i>Obrázek 1: Provedení operace.....</i>	<i>12</i>
<i>Obrázek 2: Micro Plc 1-IDEA s 8 vstupy a 6 výstupy.....</i>	<i>13</i>
<i>Obrázek 3: Kompaktní modul s možným připojením rozšiřujícího modelu.....</i>	<i>14</i>
<i>Obrázek 4: Blokové schéma malého kompaktního PLC.....</i>	<i>14</i>
<i>Obrázek 5: Modulární PLC .....</i>	<i>15</i>
<i>Obrázek 6: Blokové schéma modulárního systému .....</i>	<i>16</i>
<i>Obrázek 7: Model CIM.....</i>	<i>19</i>
<i>Obrázek 8: Technologický postup .....</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 9: Blokové schéma automatu S7 200.....</i>	<i>23</i>
<i>Obrázek 10: Simatic S7-200 CPU 212 .....</i>	<i>25</i>
<i>Obrázek 11: Struktura PLC SIMATIC S7-200 CPU 212 .....</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 12: Pracovní cyklus PLC .....</i>	<i>29</i>
<i>Obrázek 13: Časový diagram základní funkce PLC.....</i>	<i>30</i>
<i>Obrázek 14: Jazykové prostředí STEP .....</i>	<i>33</i>

## SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Tabulka vstupů.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabulka 2: Tabulka výstupů.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabulka 3: Chybové a stavové hlášení .....</i>	<i>26</i>
<i>Tabulka 4: Parametry dvou základních modulů .....</i>	<i>28</i>
<i>Tabulka 5: Přehled komunikačních možností PLC Simatic S7-200.....</i>	<i>36</i>

**SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK**

PLC - Programmable Logic Controller

CPU - Central Processor Unit

FM - Funkční moduly

SW - Software

FBD - Function Block Diagram

LAN - Local Area Network

# 1 ÚVOD

Cílem mé bakalářské práce je vlastní téma z oblasti pohonů a výkonové elektrotechniky. Vybral jsem si programovatelné automaty Simatic řady S7-200 s následnou realizací pomocí programovatelného jazyku STEP. V bakalářské práci se budu zabývat výrobní linkou pro míchání barev. Toto téma jsem si vybral, protože v dnešní době jsou automatizační procesy ve velké míře využívány prakticky ve všech technických oborech a neméně je tomu tak i v elektrotechnice.

Programovatelný automat je schopný zajistit řízení provozu po dlouhou dobu bez nutného zásahu člověka, také přispívá k rychlejšímu, důslednějšímu a efektivnějšímu procesu výroby, nezanedbatelná je také ekonomická stránka provozu a dalším mnoha užitečným věcem, bez kterých by nebylo možno provozovat a řídit chod výrobního průmyslu.

Zaměřil jsem se na popsání funkcí Simaticů S7-200, na jaké bázi fungují, v čem jsou jejich výhody a nevýhody.

Pro svou práci jsem čerpal informace z technických dokumentů a projektů z dostupné literatury (odborné knihy) a z internetu

## 2 HISTORIE PLC

Pokusy o konstrukci počítačů použitelných v automatizaci, a tedy vyhovujících požadavkům na činnost v reálném čase, se datují již od konce 50. let minulého století. Hlavním důvodem byla eliminace vysokých nákladů, spojených s nahrazováním složitých strojních řídicích systémů založených na relé. Stále rostoucí výkonnost a spolehlivost počítačů při současně klesající ceně a požadavcích na provozní podmínky vedly na začátku 70. let k situaci, kdy bylo možné reálně uvažovat o efektivním a masovém uplatnění počítačů v automatizaci.

První používané PLC byly převážně schopny zpracovávat binární logiku řízení, jejich prvotním cílem byla náhrada reléových automatů. Postupně se s rozvojem polovodičových součástek rozšiřovalo spektrum použitelnosti těchto systémů na zpracování analogových signálů, matematických funkcí až po možnost realizace složitých systémů řízení obsahující zpracování binárních signálů, analogových hodnot, komunikaci s jinými systémy, přenos dat, archivaci naměřených hodnot, vlastní diagnostiku, tiskové výstupy atd.

Technika PLC sice dlouhou dobu zůstávala pozadu v programátorském komfortu za řídicími počítači a minipočítači, ale na druhé straně vykazovala určité výhody jako například spolehlivost, snazší rozdělení řídicí struktury na samostatné celky s jasně definovanými rozhraními, vysoká spolehlivost, nižší náklady na kabeláž. Z toho plynula rychlejší uvedení do chodu, snazší údržba, jednodušší ladění programů, modulární výstavba a tím optimalizace ceny hardwaru, vysoká stabilita jednoduchého operačního systému, nižší nároky na kvalifikaci projekčních a inženýrských pracovníků, celkově nižší náklady na realizaci projektu.

## 3 TEORETICKÁ ČÁST

V této části se budu snažit popsat základní vlastnosti a rozmanité funkce programovatelných automatů.

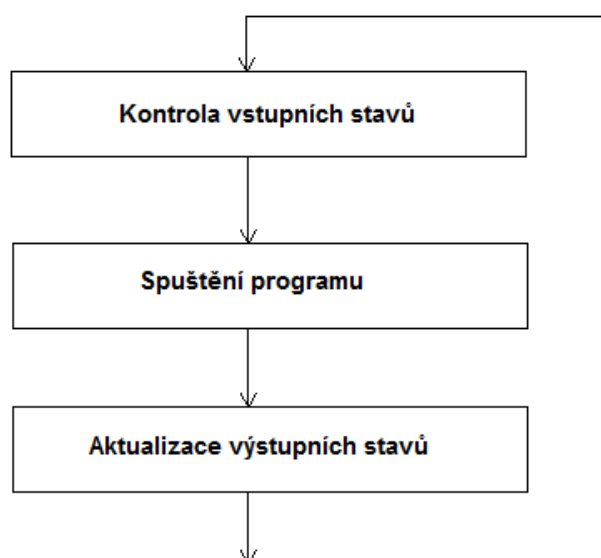
### 3.1 Programovatelný automat

Programovatelný logický automat neboli PLC (z anglického Programmable Logic Controller) je relativně malý průmyslový počítač používaný pro automatizaci procesů v reálném čase. Pro PLC je charakteristické, že program se vykonává v tzv. cyklech. Tyto automaty jsou odlišné od běžných počítačů nejen tím, že zpracovávají program cyklicky ale i tím, že jejich periferie jsou přímo uzpůsobeny pro napojení na technologické procesy. Hlavními částmi periférií jsou digitální a analogové vstupy a výstupy. Také můžeme připojit řadu dalších modulů, které nazýváme funkčními moduly (FM), které slouží například pro sběr a přenos dat pro polohování pro komunikaci, nebo pro rozšíření vstupů a výstupů.

PLC se skládají hlavně z CPU, paměťových oblastí a příslušných okruhů pro příjem vstupně/výstupních dat.

### 3.2 PLC operace

Programovatelný logický automat pracuje tak, že postupně studuje program. Toto studování, respektive prohlížení se skládá ze tří důležitých kroků. V praxi jich je samozřejmě daleko víc. Zaměřil jsem se jen na nejdůležitější části a ostatní zanedbáme.



Obrázek 1: Provedení operace

**Kontrola vstupních stavů:** Nejprve programovatelný automat prozkoumá každý vstup, aby určil, zda je zapnutý nebo nikoli. Jinými slovy se ptá, zda je například snímač připojen k prvnímu vstupu, ke druhému atd. Tyto data ukládá do paměti, aby je mohlo použít v následujícím kroku.

**Spuštění programu:** PLC spustí námi vytvořený program po jedné instrukci. Program poté může rozpoznat, které vstupy a výstupy jsou otevřeny/zavřeny z předchozího kroku. Tak může rozhodovat, zda první výstup bude otevřen nebo ne v závislosti na stavu prvního vstupu. Pak uloží výsledky provedení programu pro pozdější využití v dalším kroku

**Aktualizace výstupního stavu:** Nakonec PLC aktualizuje stavy výstupů. Aktualizuje vstupy na základě toho, které vstupy byly otevřeny během prvního kroku a výsledků provedení našeho programu v druhém kroku. Po dokončení třetího kroku se PLC vrací do kroku 1 a znova postupně kroky opakuje. Čas jednoho prohledávání je definován jako čas, který trvá provedení tří výše uvedených kroků.

### 3.3 Rozdělení programovatelných automatů

Dělíme je do několika kategorií, které se od sebe liší především počtem vstupů a výstupů, které je PLC schopno obsloužit. Jednoduché PLC jsou často v provedení kompaktního přístroje v jednom boxu. Složitější jsou rozděleny podle konstrukce:

#### 3.3.1 Micro PLC

Nejmenší a nejlevnější kompaktní PLC systémy (mikro PLC) nabízejí uživateli pevnou sestavu vstupů a výstupů, obvykle jen binárních, například 10 binárních vstupů, 10 binárních výstupů (pro nejmenší systém 6 vstupů/výstupů). Uživatel se v tomto případě může rozhodnout pro jeden typ systému, který již nemůže dodatečně rozšiřovat. Svým kompaktním provedením, malými rozměry a nízkou cenou (v jednotkách tisíc Kč) se mikro PLC řadí do kategorie velice oblíbených. Jejich funkční a programátorský komfort je obvykle redukován na nezbytné minimum, komunikační možnosti většinou chybějí.

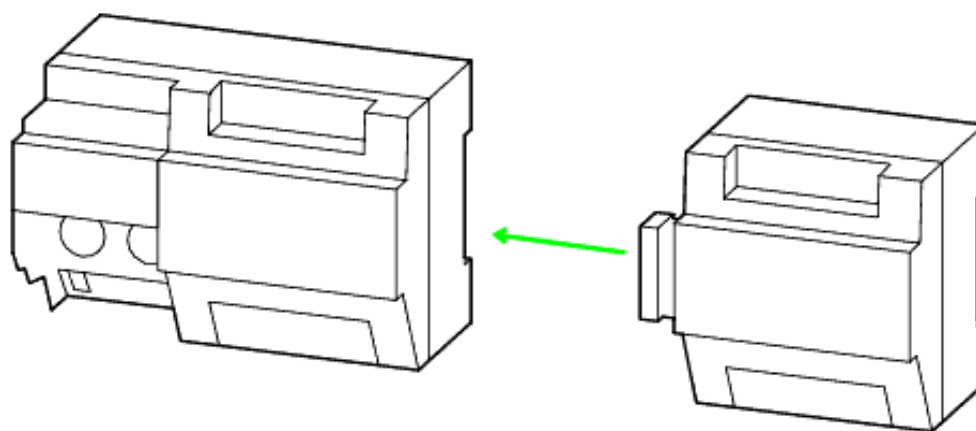
Typickým použitím programovatelných automatů nejnižší kategorie (mikro PLC) je realizace logické výbavy jednoduchých strojů a mechanismů, která se tradičně řešila pevnou reléovou logikou. Vezmeme-li v úvahu ceny ovládacích prvků, relé, stykačů, časových relé a časových programátorů, pak je zřejmé, že použití mikro PLC je účelné již u nejprostších aplikací.



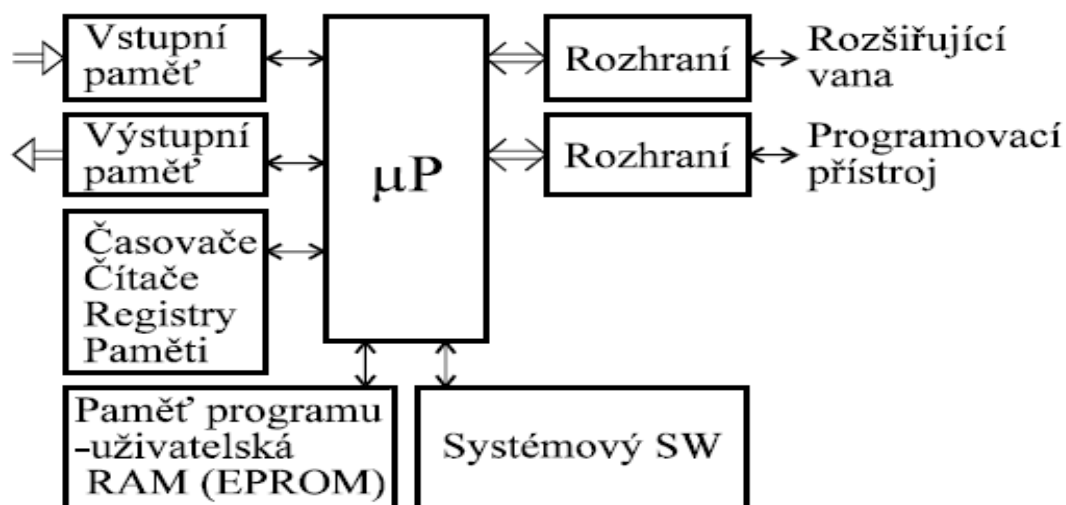
Obrázek 2: Micro Plc 1-IDEC s 8 vstupy a 6 výstupy

### 3.3.2 Kompaktní systém

Je takový systém, který v jednom modulu obsahuje CPU (*Central Procesor Unit*), digitální a analogové vstupy/výstupy a základní podporu komunikace, v některých případech i zdroj. Rozšiřitelnost kompaktních systémů je omezena, ale dají se rozšířit pomocí dalších funkčních modulů.



Obrázek 3: Kompaktní modul s možným připojením rozšiřujícího modelu

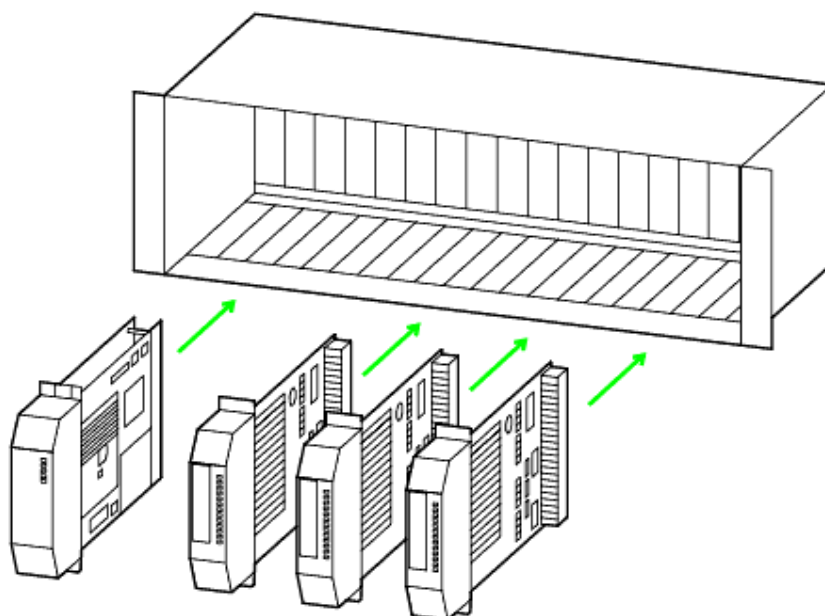


Obrázek 4: Blokové schéma malého kompaktního PLC

### 3.3.3 Modulární systém

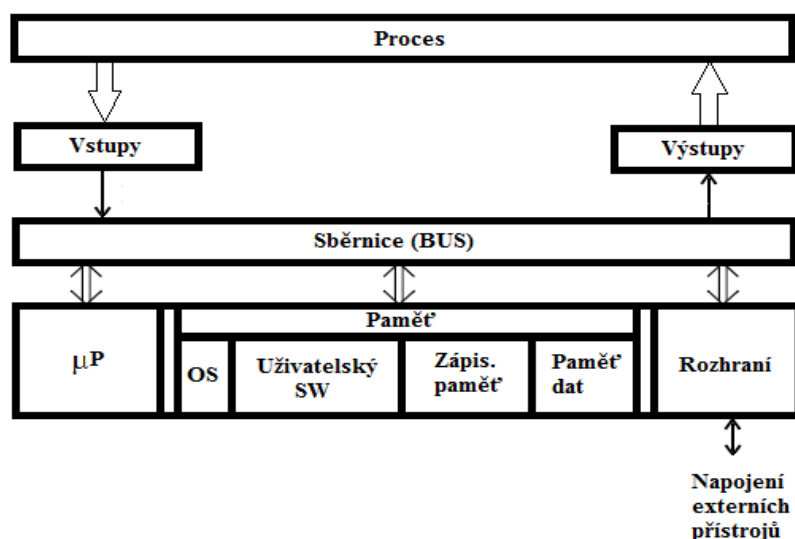
Je takový systém, kde jsou jednotlivé komponenty celku rozděleny do modulů. Celý systém PLC se potom skládá z modulů: zdroje, CPU, vstupů/výstupů, funkčních modulů. Modulární systém je možno dále rozšiřovat (s ohledem na limity výstavby systému) a to v nepoměrně větším rozsahu než u kompaktních systémů.

Modulární PLC řady Simatic jsou optimalizovány pro čistě řídicí algoritmy. Jsou velmi robustní a vykazují dlouhodobou spolehlivost, a to i v náročných a specifických průmyslových podmínkách (např. v prostředí s nebezpečím výbuchu). Lze je v podstatě kdykoliv flexibilně rozšířit, v některých případech i za provozu. Doplnovat je možné další jednotky modulů I/O, funkční moduly či moduly pro komunikaci. V závislosti na náročnosti řešené úlohy lze vybrat vhodnou procesorovou jednotku (CPU) ze široké škály produktů podle různých kritérií, např. podle výkonnosti, velikosti pracovní paměti, rychlosti zpracování instrukcí nebo podle počtu komunikačních rozhraní.



Obrázek 5: Modulární PLC





Obrázek 6: Blokové schéma modulárního systému

### 3.3.4 Speciální systémy

U modulárních PLC máme možnost nabídky speciálních modulů, které nám rozšiřují možnosti programovatelného automatu. Jsou to například moduly realizující až 8 smyček s volitelnými parametry PID regulátorů. Dále to jsou také například moduly pro řízení hydraulických servoventilů a proporcionálních ventilů, vizualizační moduly pro sledování procesů na připojených provozních obrazovkách, moduly pro měření a regulaci teploty, moduly pro diagnostiku mnohé další.

Velmi důležité speciální moduly jsou komunikační. Pomocí těchto modulů jsou automaty propojeny navzájem mezi sebou, také jsou propojeny s vyššími a nižšími úrovněmi pro řízení pomocí sériových sběrnic.

## 3.4 Základní prvky programovatelného automatu

Z hlediska vnitřního uspořádání obsahuje typické PLC centrální výpočetní jednotku (CPU), systémovou paměť, uživatelskou paměť, analogové a digitální vstupy a výstupy, binární vstupy a výstupy a také několik dalších modulů jako jsou například komunikační moduly čítače, časovače, speciální moduly a záložní paměťový modul.

### 3.4.1 Zdroj

Zdroj programovatelného automatu je nejčastěji 24 V DC nebo 230 V AC. Může být proveden v samostatném modulu nebo je integrován v modulu CPU. Také se liší různými výkony a to podle potřeb dalších periferních jednotek.

### 3.4.2 Centrální výpočetní jednotka

Centrální výpočetní jednotka je „mozkem“ celého programovatelného automatu. Určuje jeho výkonnost. Tyto CPU bývají jednoprocessorové (některé umožňují i multitasking, což znamená, že může provádět více procesů najednou) a také víceprocesorové. Asi nejdůležitějším charakteristickým parametrem centrální výpočetní jednotky je operační rychlost posuzovaná podle doby cyklu. Doba cyklu je čas zpracování 1000 logických instrukcí. Dle typu jednotky se rychlost pohybuje řádově od desítek milisekund až k desetinám milisekund. Tento cyklus je popsán podrobněji v praktické části.

### 3.4.3 Uživatelská a systémová paměť

Uživatelská paměť nám slouží k ukládání uživatelského programu. Podle typu a stáří modelů PLC se používají paměti EPROM nebo EEPROM. Tyto paměti slouží pouze pro čtení. U nejnovějších modelů se používají i paměti FLASH. Tyto paměti nemají velikou kapacitu a však pro uložení programu je velikost dostačující, řádově se pohybují v rozmezí od desítek kB až po jednotky MB. Samozřejmě u novějších a větších modelů, kde je potřeba shromažďovat více dat jsou již sloty pro paměťové karty.

Systémové paměti jsou typu RAM, Tento typ paměti na rozdíl od ROM paměti má možnost i zápisu. V této paměti dat jsou umístěny dostupné registry, zápisníkové registry, čítače, časovače a většinou vyrovnávací registry pro obrazy vstupů a výstupů. Počet těchto registrů nám výrazně ovlivňuje možnosti PLC. Adresovatelný prostor vymezený pro vstupy a výstupy omezuje počet připojitelných periferních jednotek. Další důležitou věcí jsou rozsahy čítačů a časovačů. U modulárních automatů jsou většinou dostupné i hodiny reálného času, v některých případech i s kalendářem, což umožňuje do uživatelského programu úlohy využívající absolutní čas.

### 3.4.4 Analogové vstupní/výstupní moduly

Analogové vstupní moduly (AI) nám slouží k připojení k snímačům tlaku, vlhkosti, teploty, síly, rychlosti, polohy, hladiny. Důležitá část AI modulu je A/D převodník (šířka 8 nebo 12 bitů)- určení přesnosti převodu. Tento převodník nám převádí spojité (analogové) proudové a napěťové signály na diskrétní signály, neboli na číselné hodnoty. Některé AI moduly jsou s galvanickým oddělením.

Analogové výstupní moduly (AO) nám slouží pro ovládání akčních členů či zařízení se spojitým vstupním signálem- např. ručkové měřicí přístroje, frekvenční měniče, servopohony... U těchto modulů máme naopak D/A převodník, který nám převádí diskrétní signály zpět na analogový signál.

### 3.4.5 Binární vstupní a výstupní moduly

Vstupní binární moduly slouží k připojování prvků pro tvorbu vstupů s dvouhodnotovým charakterem výstupního signálu. Všechny tyto vstupy jsou galvanicky oddělené po 16 nebo 32 vstupech na modulu. Stejnoseměrné vstupy mají rozsah 12, 24, 48 V se společným vodičem pro kladné nebo záporné polarity. Střídavé vstupy mají rozsah 24, 48, 115 a 230V. Mezi ně patří např. přepínače, koncové spínače, senzory doteku, tlačítka, přepínače dvouhodnotové senzory tlaku, hladiny, teploty.

Výstupní binární modely jsou taktéž galvanicky oddělené. Jsou řešeny pro stejnosměrné i střídavé napájení v rozsahu 24-250V Tyto výstupní modely jsou určeny k buzení cívek, relé, stykačů, elektromagnetických spojek, pneumatických a hydraulických převodníků, k ovládání signálek, ale i ke stupňovitému řízení pohonu a frekvenčních měničů.

## 3.5 Funkční prvky PLC

### 3.5.1 Čítače

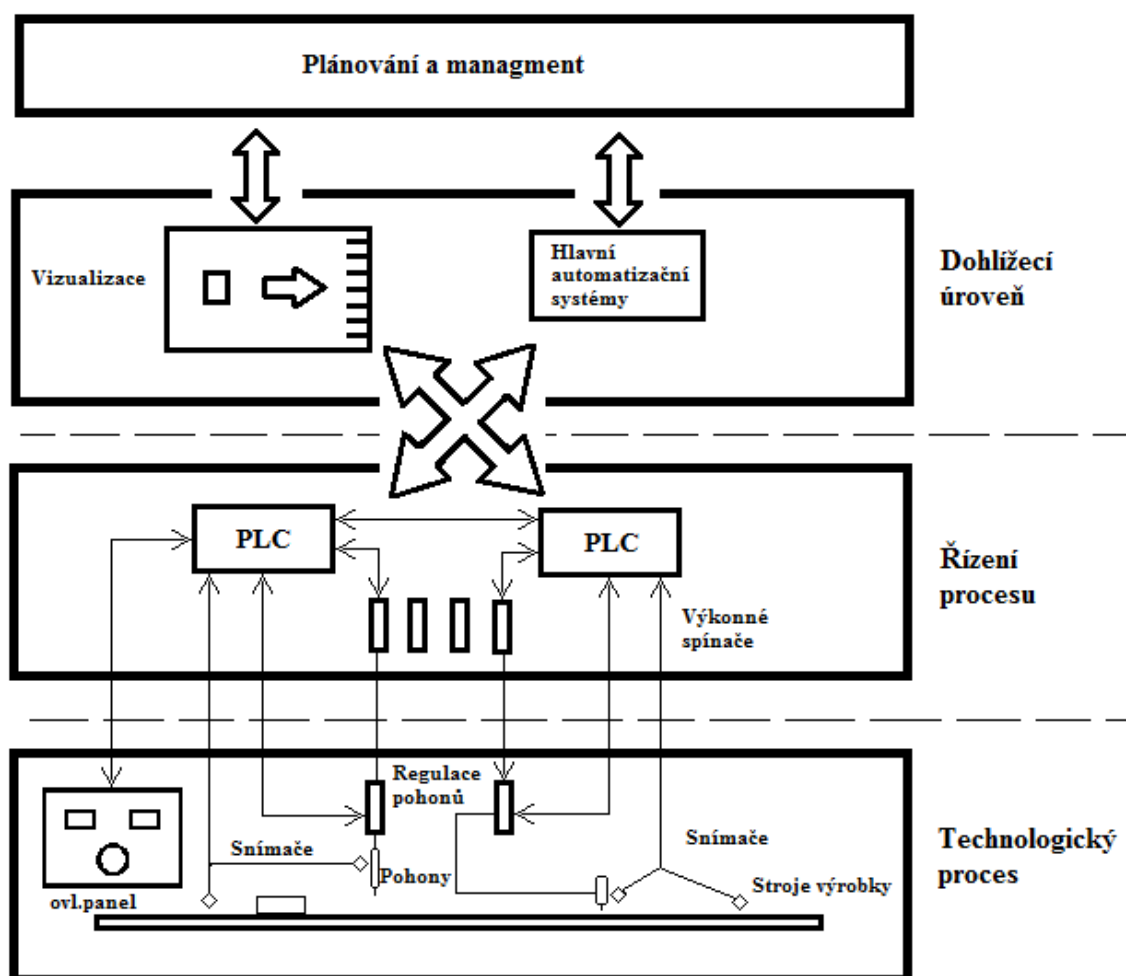
Čítače počítají vstupní pulsy nebo vysílají pulsy na výstup. Čítají pulsy, jejichž perioda je srovnatelná nebo kratší než je smyčka programu programovatelného automatu. Ovládají se binárním signálem, výstup binární (po odpočítání zadaného počtu pulsů)

### 3.5.2 Časovače

Časovače odměřují délku časových intervalů; spouštějí a zastavují se binárním signálem, výstup, výstup binární (po proběhnutí času)

### 3.6 PLC v technologickém procesu

Průmyslové systémy se řídí řadou technických prostředků, od analogových regulátorů k výkonným počítačům. Přední místo, vzhledem k počtu nasazení, zaujímají specializované automaty pro logické řízení a uplatňují se především na úrovni řízení procesu.



Obrázek 7: Model CIM

Jednotlivé úrovně procesu vymezuje model CIM viz obr.č.4. Model CIM, též známý jako doménový model, se zaměřuje výhradně na prostředí a obecné požadavky systému a jeho detailní struktura a konkrétní zpracování jsou v této fázi skryté nebo dosud neurčené. Tento model reflektuje obchodní požadavky zákazníka a pomáhá přesně popsat to, co se od systému očekává. Proto musí být nezávislý na technickém zpracování a popisovat systém čistě věcně a logicky. Předpokládá se, že uživatel těchto modelů je člověk, který není obeznámen s modely nebo konstrukcemi užívaných k vyjádření funkčnosti těch požadavků, které jsou právě specifikované v CIM. Nejčastějšími uživateli tohoto typu modelů jsou obchodní analytici případně sami uživatelé systému. Na nejvyšší z nich, úrovni plánování a managementu, probíhá globální rozhodování významné prořízení a ekonomický chod celého podniku. Niže leží dohlížející úroveň, tvořená propojením hlavních automatizačních systémů s řídicími a zobrazovacími stanicemi, které se obvykle nacházejí mimo výrobní halu, zpravidla na velině, a realizují různé optimalizační a kontrolní algoritmy.

Pod nimi se nachází řízení procesu, hlavní doména PLC. Ty udílejí pokyny k zahájení a ukončení předdefinovaných operací technologického procesu. Zpracovávají přitom převážně bitové (logické) signály, odtud jejich název – automaty pro logické řízení. Číslicové anebo analogové údaje tvoří menšinu přenášených dat mezi oběma úrovněmi. Náročnější regulace se provádějí přímo na technologické úrovni nezávislými systémy, jako rozběhovými regulátory, frekvenčními měniči. Výrobní procesy zaujímají často velké plochy a vzdálenost mezi PLC a některými odlehlými prvky technologie může činit i několik kilometrů.

## **3.7 Charakteristika PLC**

### **3.7.1 Technické řešení programovatelných automatů**

Architektura PLC vycházela z toho, že bude zpracovávat binární informaci. Hardwarové jádra byly bitové procesory. Byly velmi rychlé oproti procesorů s 8 nebo 16 bitovým slovem. Díky tomu se na architekturu PLC kladly jisté nároky:

- I. bitově orientovaná CPU
- II. bitově orientovaná paměť dat
- III. rozhraní na programovací přístroj
- IV. systém speciálních funkcí (čítače, časovače, registry...)
- V. jednoduchý instrukční soubor na zpracování logických rovnic

Tyto PLC se však už v dnešní době nepoužívají. Rozdíl mezi prvními PLC a dnešními je, že u prvních byla paměť programu oddělena od paměti dat nebo naopak a pro data se používala jiná organizace paměti.

Dnešní PLC mají jednu operační paměť, ve které jsou vyhrazeny prostory pro vstupní data, výstupní data, vnitřní proměnné a paměťový prostor na vlastní program. Také jsou v paměti uloženy i funkční bloky a funkce jak systémové tak vytvořené uživatele.

## PRAKTICKÁ ČÁST

V praktické části se zaměřuji na analýzu daného technologického procesu pomocí PLC. Realizuji program pro řízení napouštěcí linky, která se skládá z míchacího tanku, do kterého se napouštějí dvě barvy, které se musí promíchat. Z míchacího tanku se pak naplní plnicí tank, ze kterého se napouštějí plechovky, tyto plechovky jsou následně odbaveny pomocí jezdícího pásu.

## 4 ANALÝZA TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU

V tomto bodě se budu snažit teoreticky popsat daný technologický postup. Cílem této úlohy je napodobit jednoduchý systém napouštěcí linky, která se skládá z míchacího tanku, do kterého se budou napouštět dvě barvy, které se musí promíchat na předem definovaný čas. Z míchacího se naplňuje plnicí tank, ze kterého se napouštějí plechovky, které jezdí po dopravníkovém pásu.

### 4.1 Popis funkce technologického postupu

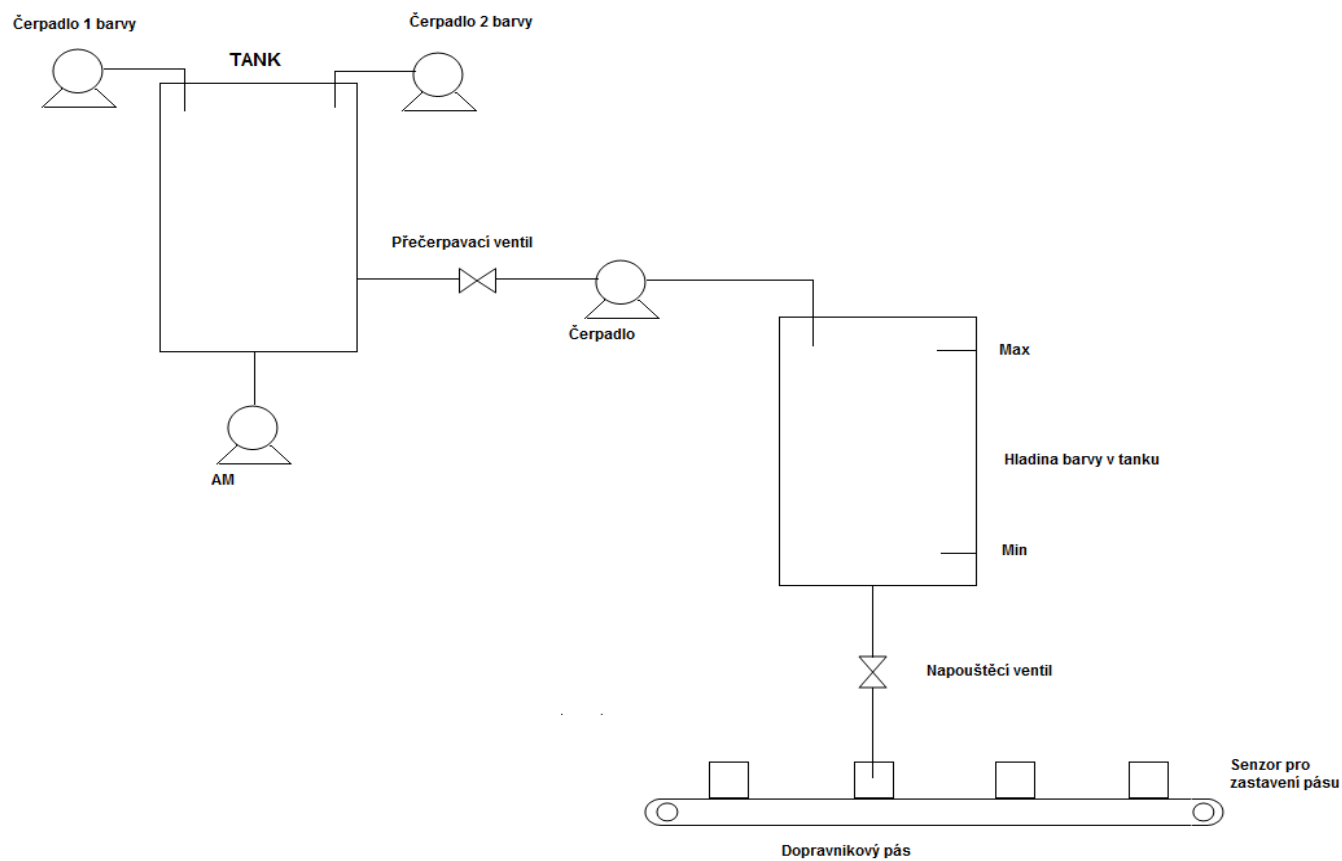
Po sepnutí tlačítka start (I0.0) se nám rozběhne dopravníkový pás, který ovládáme výstupním signálem (Q0.4) a dopraví plechovku pod napouštěcí ventil. Ovládání ventilu provádíme výstupem (Q0.3). Zastavení dopravníkového pásu je realizováno pomocí indukčního senzoru, který je připojen na vstup (I0.4). Po zastavení pásu se otevře napouštěcí ventil (Q0.3) na dobu 20 sekund. Po uplynutí této doby pomocí časovače počkáme ještě jednu sekundu a to z důvodu případného, okapání barvy z ventilu. Po dočasování časovače se nám pás opět rozjede.(Q0.4). Tento cyklus se stále opakuje.

Pokud senzor minimální hladiny v plnicím tanku (I0.3) signalizuje minimální hladinu, dojde k otevření ventilu (Q0.1) a k otevření čerpadla, které ovládáme výstupem (Q0.2). Barva se nám začne přečerpávat z míchacího tanku do tanku plnicího. Přečerpávání je zastaveno po dosažení maximální hladiny v plnicím tanku, která je signalizována senzorem na vstupu (I0.2).

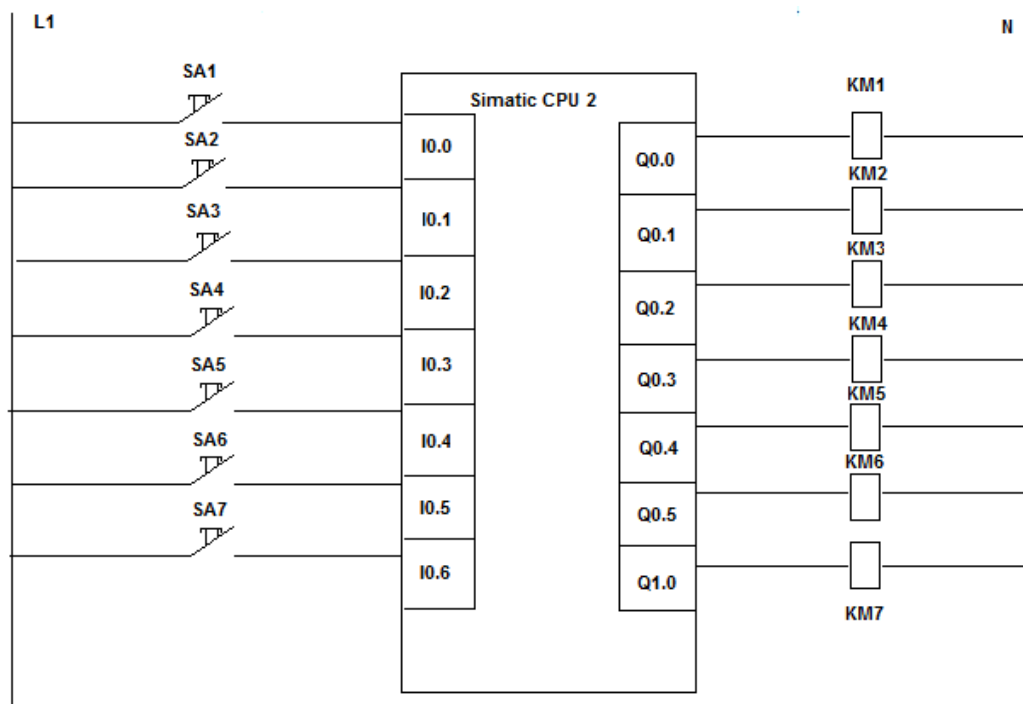
Po signalizaci tohoto senzoru se nám ihned vypne čerpadlo a za 5 vteřin se uzavře přečerpávací ventil. Do míchacího tanku se napouští 2 barvy, ve stejném poměru, napouštění se provádí, jakmile dojde k signalizaci minimální hladiny v míchacím tanku pomocí senzoru (I0.1).

Napouštění barev se provádí 4 minuty pomocí dvou čerpadel, které jsou ovládané jedním výstupem (Q0.0). Po naplnění míchacího tanku se provádí promíchání barev pomocí asynchronního motoru s kotvou nakrátko. V době napouštění a míchání nelze napouštět barvu do plnicího tanku. Míchání se provádí 5 minut jedním směrem (Q0.5) a 5 minut druhým směrem (Q1.0). Úloha bude obsahovat počítadlo naplněných plechovek. Linku lze kdykoliv odstavit tlačítkem STOP.

## 4.2 Schéma technologického postupu



Obrázek 8: Technologický postup



Obrázek 9: Blokové schéma automatu S7 200

Tabulka vstupů				
Název	Popis	Označení ve schématu	Simatic	Aktivní stavy prom.
Start	Tlačítko start	SA1	I0.0	1
Míchací tank	Signalizace min. hladiny míchacího tanku	SA2	I0.1	1
Max.hladina	Senzor max. hladiny plněního tanku	SA3	I0.2	1
Min. hladina	Senzor min.hladiny plněního tanku	SA4	I0.3	1
Senzor pásu	Stop senzor pasu	SA5	I0.4	1
Stop	Vypnutí doprav. pásu	SA6	I0.5	0
AM	míchání barev	SA7	I0.6	1

Tabulka 1: Tabulka vstupů



**Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií v Brně**

---

<b>Tabulka výstupů</b>				
<i>Název</i>	<i>Popis</i>	<i>Označení ve schématu</i>	<i>Simatic</i>	<i>Aktivní stavy prom.</i>
Napouštění	Napouštění do míchacího tanku přes čerpadlo	KM1	Q0.0	1
Přečerpávací ventil	Ovládání přečerpávacího ventilu	KM2	Q0.1	1
Čerpadlo	Ovládání čerpadla	KM3	Q0.2	1
Napouštěcí ventil	Ovládání ventilu	KM4	Q0.3	1
Dopravníkový pás	Řízení pásu	KM5	Q0.4	1
AM	Míchání barev jedním směrem pomocí AM	KM6	Q0.5	1
AM	Míchání barev druhým směrem pomocí AM	KM7	Q1.0	1

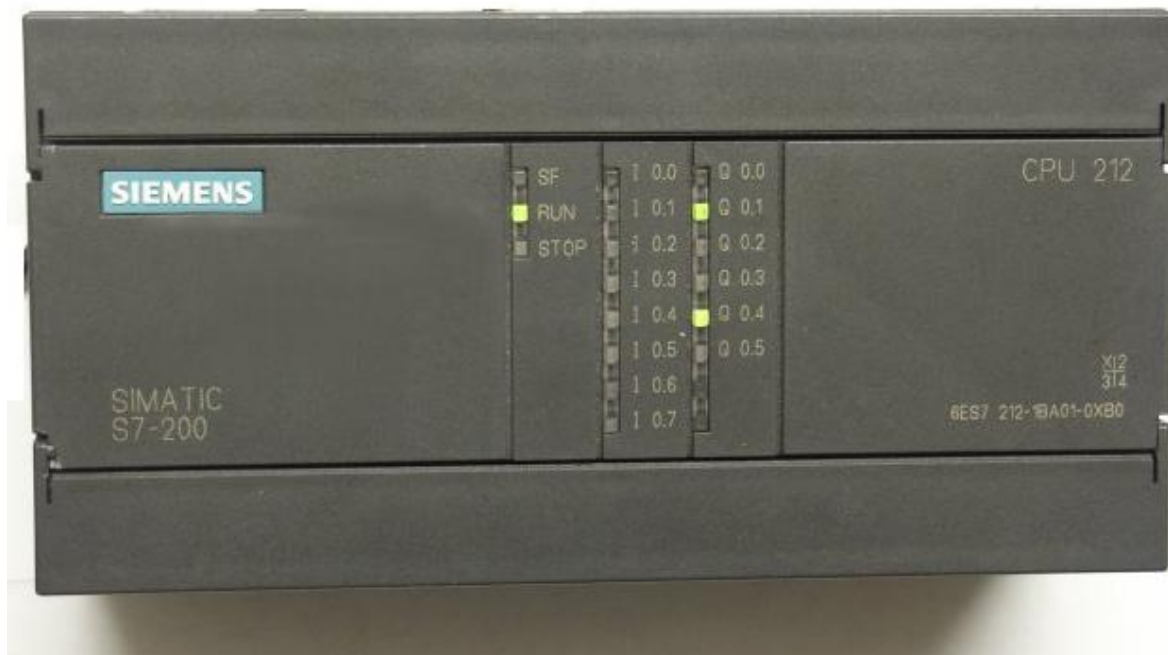
*Tabulka 2: Tabulka výstupů*

## 5 PLC SIMATIC S7-200 CPU 212

Programovatelný automat Simatic S7-200 od firmy Siemens patří do početné skupiny produktů Simatic, které kompletně pokrývají celé spektrum automatizačních úloh. Mezi programovatelnými automaty (Programmable Logic Controller – PLC) Simatic je PLC S7-200 nejmenší a nejméně výkonný. Je určen pro nenáročné aplikace, jako je řízení jednoúčelových strojů, baličích strojů, výtahů, dopravníkových systémů a podobných jednodušších celků. Při jeho návrhu byl největší důraz kladen na jednoduchou strukturu hardwaru a snadné programování. V porovnání s podobnými systémy vyniká velmi nízkou cenou.

Standardně má PLC S7-200 výkonné instrukce pro logické operace, rychlé čítače i časovače, matematické operace s celými i reálnými čísly a široké možnosti komunikace, např. po sběrnících Profibus-DP, Ethernet, AS-interface, Modbus apod.

Ačkoliv tento automat není primárně určen pro řízení složitých aplikací, byly v poslední době značně rozšířeny jeho funkční schopnosti. Centrální procesorovou jednotkou, která disponuje veškerými řídicími funkcemi, lze doplňovat moduly s digitálními a analogovými vstupy a výstupy, speciálními vstupy pro přímé připojení odporových snímačů teploty a termoelektrických článků a dalšími komunikačními rozhraními nebo technologickými funkcemi.

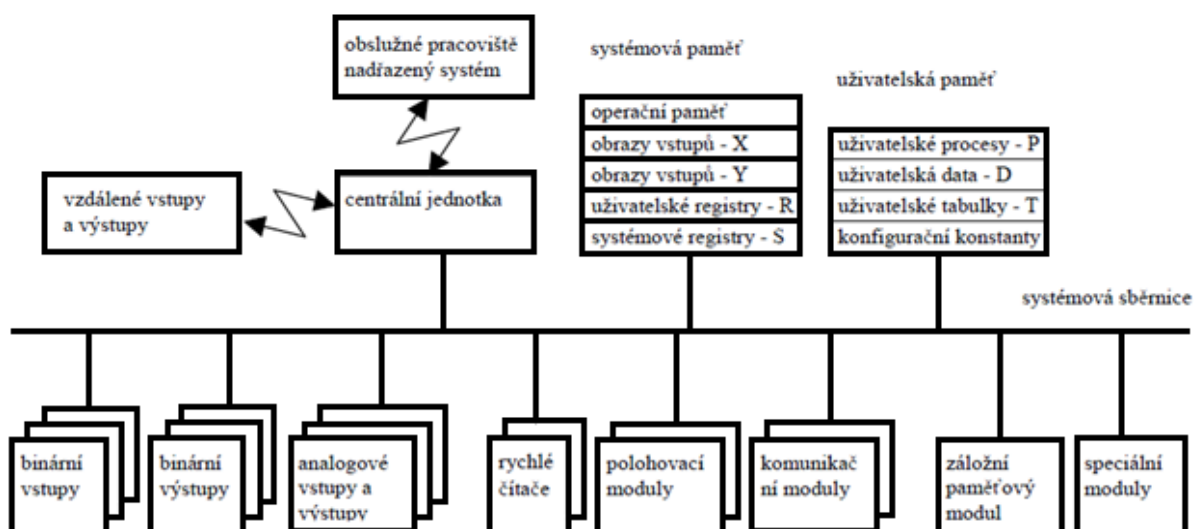


Obrázek 10: Simatic S7-200 CPU 212

Na čelní straně základního modulu jsou umístěny LED diody pro signalizaci stavových a chybových hlášení.

Zobrazení stavových a chybových hlášení na základním modulu		
Signálka	Význam	Vysvětlení
SF (červená)	souhrnná chyba	Svítí při souhrnné chybě PLC
RUN (zelená)	provozní mód RUN	Bliká při náběhu CPU, svítí při provozu v módu RUN
STOP (červená)	provozní mód STOP	Svítí při provozu v režimu STOP

Tabulka 3: Chybové a stavové hlášení



Obrázek 11: Struktura PLC SIMATIC S7-200 CPU 212

## 5.1 Modul CPU

Tento modul tvoří jádro PLC. Má více provedení dle určitého výkonu procesoru. Výhoda modulu CPU je, že dokáže pružně reagovat na vývoj mikroelektronické technologie. Moduly CPU, mají taktéž zabudováno, některé programovací nebo komunikační rozhraní pro přenos programu do paměti programu. Moduly CPU modulárních PLC musí toto programovací rozhraní obsahovat z principu, u modulárních záleží na výrobci, zda rozhraní provede jako samostatným modulem nebo zda vybaví modul CPU. Rozdíl ceny moduly CPU s rozhraním například Profibus a bez něj není zanedbatelný.

### 5.1.1 Vybavení modulu CPU 212

- Paměť EPROM pro operační systém
- Paměť RAM neboli zálohová paměť pro program
- Paměť RAM pro V/V data
- Bitové registry
- Procesor s 16 nebo 32 bitovými slovy
- Bitový procesor pro řešení logických rovnic
- Programovací rozhraní
- Rozhraní pro sériovou komunikaci ( RS485 ) s nižší i vyšší řídicí úrovní

### 5.1.2 Parametry základních modulů

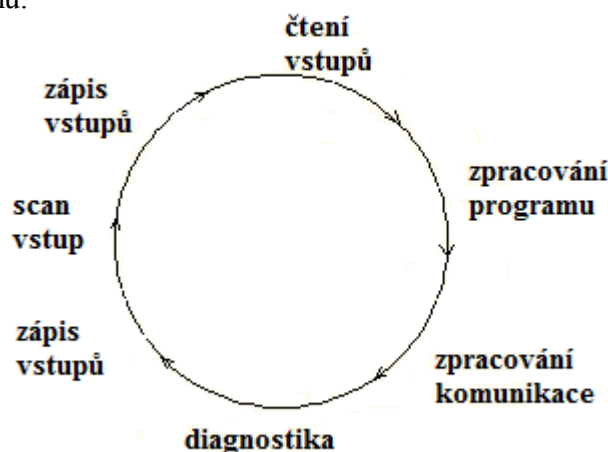
V následující tabulce jsou uvedeny hlavní parametry mého zvoleného modulu S7-212, který jsem porovnal s modulem o řád vyšším

Funkce	S7-212	S7-214
<b>Rozměry</b>	160 x 80 x 62mm	197 x 80 x 62mm
<b>Paměť</b>		
Programovatelná (EEPROM)	512 instrukcí	2K instrukcí
Uživatelská data (RAM)	512 slov	2K slov
Interní merkry	128	256
Paměťový modul	Ne	Ano: EEPROM
<b>Vstupy a výstupy (E/A)</b>		
Integrované E/A	8 DE/6 DA	14 DE/10 DA
Počet rozšiřujících modulů (max)	2 moduly	7 modulů
Počet DE/DA (max)	64 DE/64 DA	64 DE/ 64 DA
Počet analogových E/A	16 AE/16 AA	16 AE/ 16AA
<b>Operace</b>		
Počet časovačů/čítačů	64/64	128/128
Operace FOR/NEXT	Ne	Ano
Mat.operace v pevné desetinné čárce	Ano	Ano
Mat.operace v pohyblivé desetinné čárce	Ne	Ano
PID regulace	Ne	Ne
<b>Integrované funkce</b>		
Rychlý čítač	1 SW	1 SW, 2HW
Analogový potenciometr	1	2
Impulsní výstupy	Ne	2
Komunikační přerušení	1 vysílač/ 1 přijímač	1 vysílač/ 1 přijímač
Časem řízené přerušení	1	2
Hardwarové přerušení od vstupů	1	4
Hodiny reálného času	Ne	Ano
<b>Komunikace</b>		
Počet rozhraní	1 (RS-485)	1 (RS-485)
Podporované protokoly		
Rozhraní 0:	PPI,volně progr.	PPI,volně progr.
Rozhraní 1:	PPI,volně progr.	PPI,volně progr.
PPI	jen Slave	Ano

Tabulka 4: Parametry dvou základních modulů

## 5.2 Pracovní cyklus PLC

Program PLC lze v kterékoli momentu přerušit a opět spustit. Vzorkování vstupů a výstupů není rovnoměrné. Programovatelný automat zpracovává instrukce programu jednu po druhé tak, jak jsou uloženy v paměti. Po zpracování poslední instrukce programu začíná opět zpracování od první instrukce programu. Toto neustále opakované zpracování se nazývá cyklické zpracování programu.



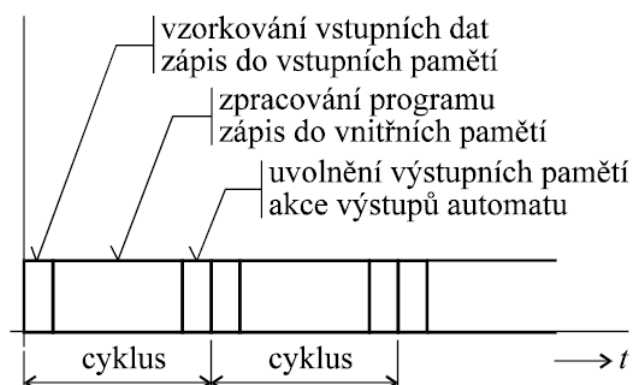
Obrázek 12: Pracovní cyklus PLC

Stavy vstupů jsou uchovány v obrazu vstupů, který se aktualizuje při započetí každého cyklu. Stavy výstupů jsou při zpracování programu ukládány do obrazu výstupů a až před ukončením cyklu (po zpracování programu, komunikace a diagnostiky) jsou přeneseny na fyzické výstupy. Avšak musíme na to, že analogové vstupy nejsou automaticky čteny, z toho vyplývá, že na analogové vstupy musíme přistupovat přímo z programu. Analogové výstupy nejsou automaticky zapisovány na konci cyklu, z toho vyplývá, že je musíme zapisovat přímo z programu.

Data mezi PLC a vnějšími I/O obvody se při I/O scanech přenášejí ve velkých blocích.

Vstupní data načtená do paměti při vstupním scanu zachycují stav řízené technologie v jednom časovém okamžiku. Po celou dobu výpočtu zůstávají hodnoty konstantní. Výstupní data se zapisují najednou.

Způsob práce, kterým se charakterizuje PLC a také se odlišuje od mikropočítačů je právě zmiňovaný cyklický způsob vykonávání programu. Tento základní režim je vyobrazen v časovém diagramu.



Obrázek 13: Časový diagram základní funkce PLC

### 5.3 Rozdělení paměti a jednotlivých bloků u CPU 212

I	oblast digitálních vstupů (I0.0 – I0.7 – 8 vstupů)
Q	oblast digitálních výstupů (Q0.0- Q0.5 – 6 vstupů)
V	paměť proměnných v datovém bloku (VB0 – VB1028)
M	interní merkry (M0.0 – M15.7)
S	řídící relé – pro log. krokování programu
SM	zvláštní merkry, sloužící pro výměnu dat mezi CPU a našim programem pro zvláštní funkce CPU (diagnostika poruch)
T	časovač (T0-T63)
C	čítač (C0-C63)
AI	oblast analogových vstupů
AQ	oblast analogových výstupů
AC	akumulátor, slouží k zapisování a čtení elementů, které se používají jako paměť, slouží např. k přechovávání parametrů programu.
HC	rychlé čítače

## 5.4 Programování PLC

### 5.4.1 Lineární programování

Znamená, že se může použít pouze jeden programovaný blok (OB1) a není naprogramovaný žádný další programovatelný blok. Tento způsob programování bych nedoporučil, je docela nepřehledný.

### 5.4.2 Strukturované programy

Rozdělení programu do menších technologicky spolu souvisejících částí. Doporučuje se, má výhody při ladění nebo diagnostice.

Simatic CPU S7-200 nabízí dva programové jazyky

- Výpis instrukcí (STL), ve kterém můžeme využívat všechny instrukce které nám mnemonika (několik písmen zkratkovitě v angličtině naznačujících funkci dané strojové instrukce) CPU umožňuje.
- Kontaktní schéma LADDER, což je grafický programovací jazyk, který se podobá liniovým schématům

Pozn. S7-200 kromě toho nabízí dva druhy zobrazení adres a operací (mnemoniky) v programu Internacionální a Simatic.

U novějších PLC se používá programovací jazyk FBD

- FBD Function Block Diagram, jazyk blokových schémat) Program se vytváří pomocí logického (blokového) schématu; výhodou je možnost tvořit a opakovaně používat uživatelské funkční bloky. Je to jeden z programovacích jazyků podle mezinárodní normy IEC 61131-3.

### 5.4.3 Základní elementy jazyka LADDER

Když programujeme program v liniovém schématu, tak pracujeme s grafickými komponenty, z nichž sestavíme Networky (segmenty) z naší logiky. K vytvoření našeho programu můžeme použít následující elementy.

- Kontakty – Každý kontakt představuje spínač, přes který v sepnutém stavu teče tok energie.
- Výstupy – Každý výstup představuje relé, kterým bude tok energie protékat proud
- Boxy – Každý box představuje funkci, která je realizována, pokud do boxu vede tok energie



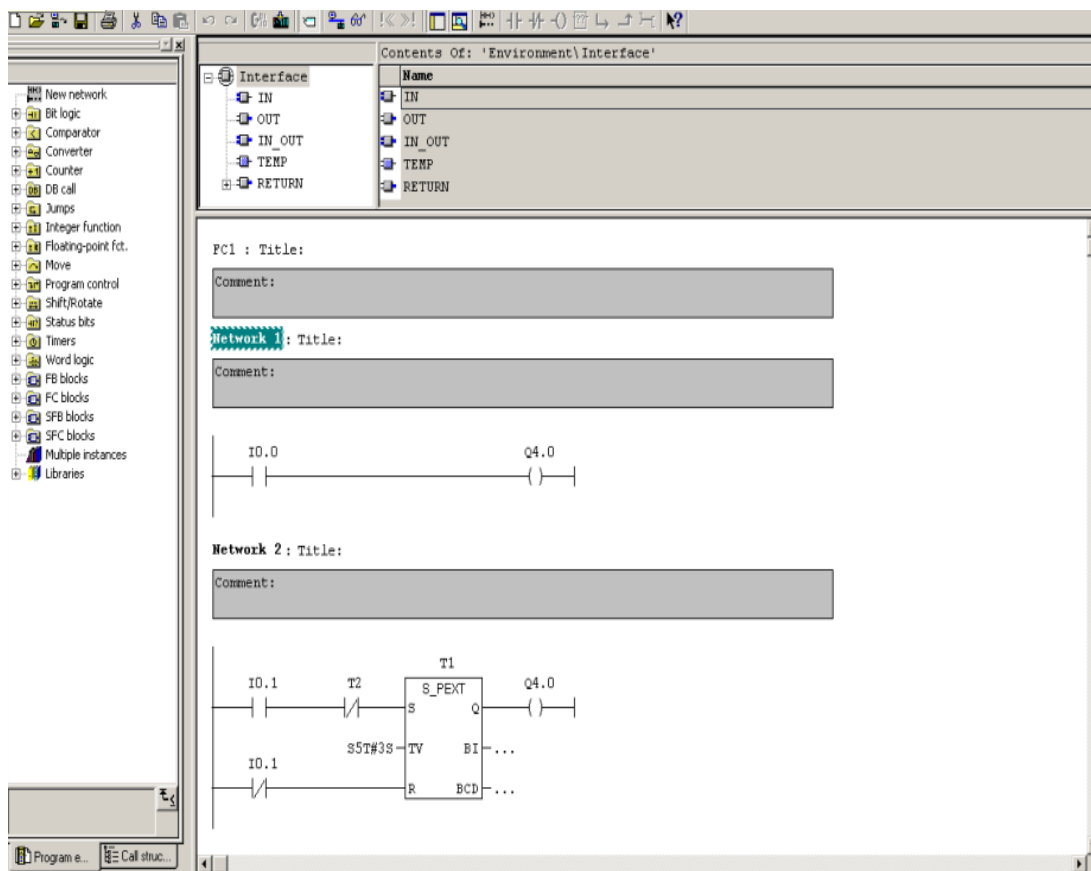
- Network – Zobrazuje kompletní elektrický obvod, elektrický proud teče zleva přes sepnuté kontakty k výstupům nebo boxům, které jsou tímto aktivované.

## 5.5 Programovací prostředí STEP

Pod označením STEP 7 Professional nabízí firma Siemens programovací a konfigurační software určený pro skutečně profesionální použití, podporující uživatele ve všech fázích vývoje projektu. Prostedí STEP 7 Professional včetně všech svých programovacích jazyků odpovídá mezinárodnímu standardu IEC 61131-3; tím podporuje všeobecnou standardizaci a pomáhá uspořit náklady na tvorbu projektu využitím zavedeného „know-how“. Se zmíněným softwarem je možné programovat řídicí systémy založené na PLC, tj. Simatic S7 a C7, i řídicí systémy založené na PC, tj. WinAC.

### 5.5.1 STEP 7 Professional se skládá z těchto částí:

- STEP 7 včetně již zavedených a známých programovacích jazyků reléových schémat (LD), funkčních bloků (FBD) a mnemokódů (IL).
- S7-GRAPH pro grafické programování algoritmů sekvenčního řízení: díky standardizovanému uživatelskému rozhraní (IEC 61131-3, DIN EN 61131) lze sekvence programovat a parametrizovat rychle a jednoznačně.
- S7-SCL, vyšší programovací jazyk vycházející z jazyka Pascal a odpovídající strukturovanému textu (ST) podle DIN EN/IEC 61131-3, vhodný spíše pro rozsáhlejší algoritmy s matematickými funkcemi nebo úlohy zpracování dat.
- S7-PLCSIM, simulační software sloužící k testování a tvorbě uživatelských programů na programovacích zařízeních (Programmier Geräte – PG) nebo PC bez nutnosti připojení na řídicí systém instalovaný v provozu, tento doplněk je velmi užitečný pro každého vývojáře.



Obrázek 14: Jazykové prostředí STEP

## 5.6 Komunikace s PLC S7-200

S7-200 splňuje všechny předpoklady pro moderní komunikaci. Disponuje nejpoužívanějšími rozhraními a přenosovými protokoly. V následujících podkapitolách se budu snažit tyto komunikační protokoly popsat.

### 5.6.1 Ethernet

Je v informatice souhrnný název pro v současné době nejrozšířenější technologie pro budování počítačových sítí typu LAN (tj. domácí nebo firemní sítě). Ethernet se stal standardem pro svoji jednoduchost a nízkou cenu, vytlačil z trhu ostatní alternativní technologie (např. ARCNET, ATMF, DDI).

Zařízení podporuje komunikaci na rychlostech 100 Mb/s nebo 10 Mb/s při plném nebo polovičním duplexu. Procesor dokáže komunikovat s jakýmkoliv systémem připojeným na Ethernet. Může to být jiný řídicí systém (Simatic S7-200, S7-300, S7-400) nebo např. vizualizační systém WinCC. S PC je možné komunikovat prostřednictvím serveru S7-OPC Server.

Velkou předností komunikačního procesoru CP243-1 je mj. možnost dálkové konfigurace, programování a diagnostiky systému S7-200. Pomocí CP243-1 je totiž možné k S7-200 připojit přes Ethernet programovací prostředí STEP 7 – Micro/WIN. Uživatel tak může upravovat uživatelský program nebo třeba sledovat stav automatu, který může být i stovky kilometrů vzdálený.

### 5.6.2 Profibus-DP

Profibus-DP je jedna z nejrozšířenějších sběrnic používaná na vyšších úrovních řízení. Siemens ji podporuje již řadu let. Komunikační protokol Profibus-DP je definován evropskou normou EN 50170.

Automat Simatic S7-200 je možné pro připojení na Profibus-DP vybavit rozšiřovacím modulem EM277. Po připojení na sběrnici se automat chová jako kterákoliv jiná řízená stanice (slave). Jediné, co je nutné provést, je nastavit na přepínači modulu jeho síťovou adresu a zadat oblast v paměti S7-200, které mají být přenášeny do řídicí jednotky (master). Smyslem celého procesu je cyklicky aktualizovat hodnoty v řídicí i řízené jednotce. Řídicí jednotka a S7-200 potom komunikují zcela autonomně, bez jakéhokoliv vlivu na uživatelský program v automatu.

### 5.6.3 AS-Interface

Název sběrnice AS-Interface vznikl z anglického Actuator-Sensor-Interface. Jedná se o sběrnici nejnižší úrovně, která se používá pro předávání dat snímačům a akčním členům. Pro toto připojení používá jediný dvoužilový kábel, který je charakteristický svou žlutou barvou. Kabel zajišťuje napájení připojených prvků napětím 24 V DC a číslicový přenos dat rychlostí 167 kb/s. Přenos dat je cyklický na principu *master-slave*. Jeho řízení tedy zajišťuje jeden řídicí modul (*master*), který se v přesně stanovených časových okamžicích dotazuje na data všech řízených modulů (*slave*). K jednomu řídicímu modulu lze připojit celkem 62 modulů typu *slave* (u starší verze 1.0 o polovinu méně), z nichž každý může mít až čtyři vstupy a tři (podle verze 2.0) nebo čtyři (podle verze 3.0) výstupy.

V praxi to tedy znamená, že jedno řídicí zařízení může komunikovat až s 248 vstupy a 186 (248) výstupy. Celá síť odebírá maximálně 8 A (jeden modul *slave* do 100 mA). Nejkratší perioda cyklu plně obsazené sběrnice je 10 ms a maximální délka sběrnice je omezena na 300 m (u verze 3.0 na 600 m).

Tuto sběrnici definují normy EN 50295 a IEC 62026-2. Použitím AS-Interface získá uživatel flexibilitu a velkou spolehlivost.

Řešením pro AS-Interface je v případě automatů Simatic S7-200 rozšiřovací modul CP243-2, který pracuje jako řídicí jednotka (*master*) AS-Interface. Po připojení sběrnice stačí stisknout tlačítko na modulu a okamžitě proběhne automatické rozpoznání všech řízených stanic (*slaves*), které jsou na sběrnici připojeny. Programování je jednoduché – programovací prostředí STEP 7 – Micro/WIN 3.2.2 obsahuje průvodce, který uživatele přehlednou formou provede celým procesem a vytvoří vše potřebné.

### 5.6.4 Modem

Lze se setkat i s aplikacemi, kde je nutné, aby byla data z automatu přenášena pomocí klasické telefonní linky. Nebo údržbu systému zajišťuje firma, která je od místa aplikace poměrně vzdálená a cesta servisního technika stojí čas i peníze.

U systému Simatic S7-200 je možné použít modemový rozšiřovací modul EM241, pomocí kterého lze nejen přenášet data z jednoho PLC do druhého, ale také automat na dálku přeprogramovat nebo sledovat jeho stav při běhu programu (tzv. teleservis). Výhodou je také možnost ochrany spojení heslem a zpětného volání. S použitím modemu GSM lze navíc přenášet data pomocí sítě GSM nebo posílat SMS na mobilní telefon.

### 5.6.5 Sériová komunikace

Často je třeba k řídicímu systému připojit zařízení, které komunikuje po sériovém portu. Nejčastěji to bývají čtečky čárových kódů, tiskárny, váhy nebo např. inteligentní měniče frekvence. Proto je řídicí systém Simatic S7-200 vybaven sériovým rozhraním Freeport, které umožňuje definovat sériovou komunikaci přesně podle požadavků aplikace.

Protokol se přizpůsobí kterékoliv variantě sériové komunikace. Pro další zjednodušení práce jsou již od výrobce předem naprogramovány instrukce pro protokol USS, který se používá pro komunikaci s měniči frekvence MicroMaster, a instrukce pro komunikaci po protokolu Modbus.

Nejčastějším prostředkem pro sériovou komunikaci je RS485.

### 5.6.6 Shrnutí komunikačních prostředků

Komunikace	Hardware	Software
Ethernet	CP243-1	Micro/Win 3.2.2
Profibus	EM277	není vyžadován
AS-Interface	CP243-2	Micro/Win 3.2.2
Modem	EM241	Micro/Win 3.2.2
Sériový přenos	integrováný	Micro/Win 3.x
Protokol USS	integrováný	Micro/Win 3.x, knihovna instrukcí
Modbus	integrováný	Micro/Win 3.x, knihovna instrukcí

*Tabulka 5: Přehled komunikačních možností PLC Simatic S7-200*

## 6 VLASTNÍ PROGRAM

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Comment:

**Network 1**: Volání FC1

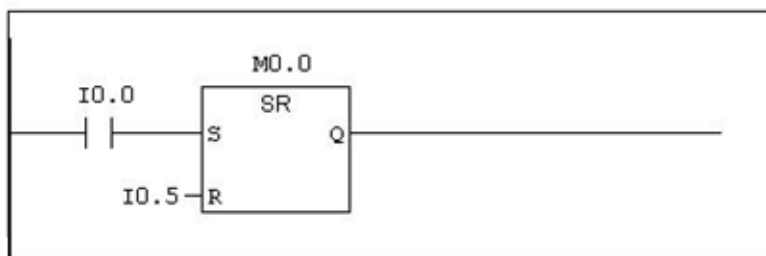
```
CALL FC 1
```

FC1 : Title:

Comment:

**Network 1**: On/Off linky

Comment:



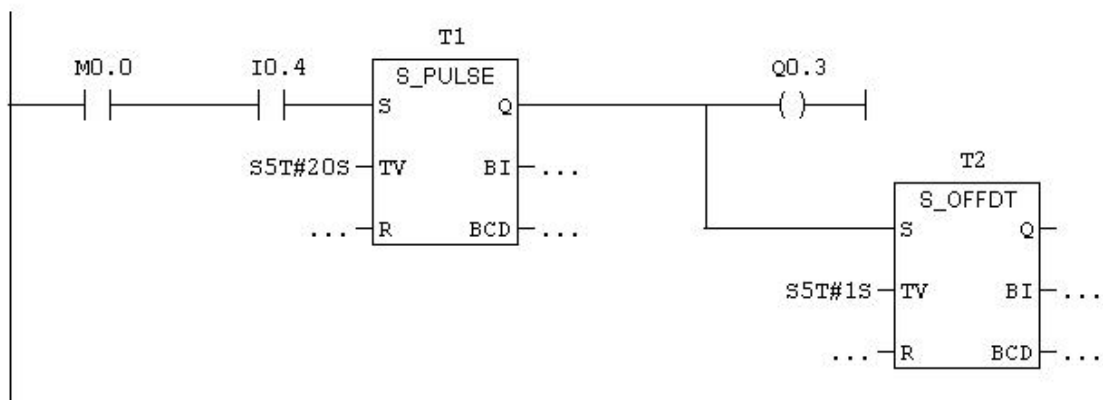
**Network 2**: Spouštění pásu

Comment:

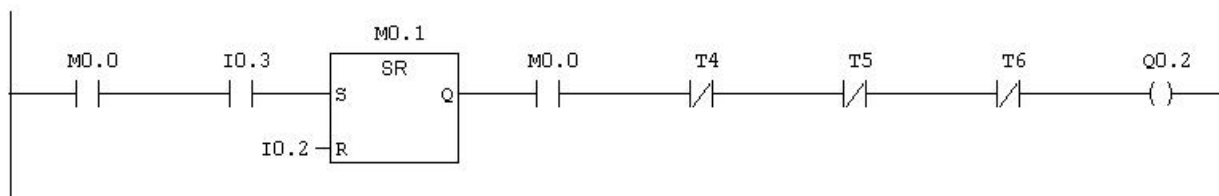


**Network 3** : Zastavení pásu, plnění plechovky

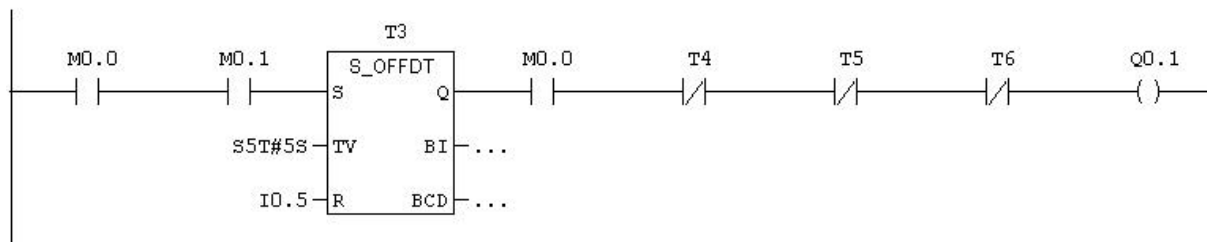
Comment:

**Network 4** : Napouštění plnicího tanku, ovládání přečerpávacího čerpadla

Comment:

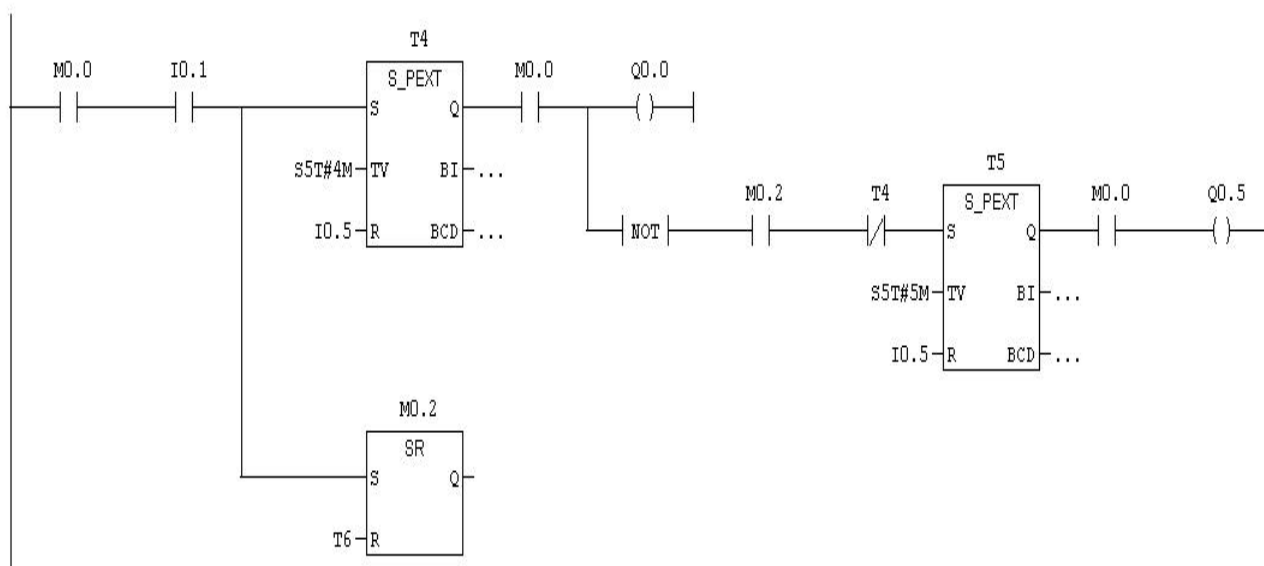
**Network 5** : Ovládání přečerpávacího ventilu

Comment:

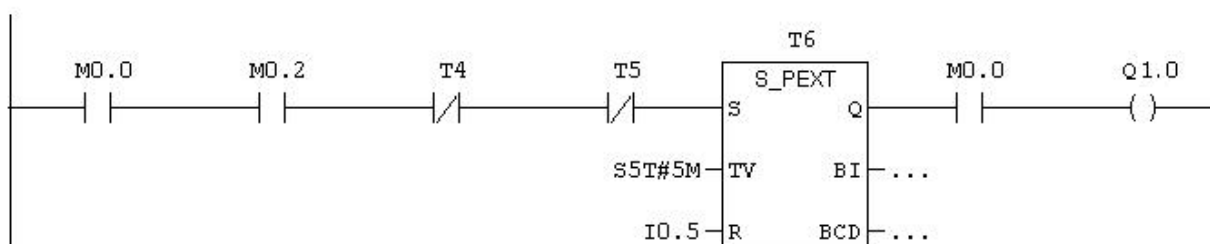


**Network 6:** Napouštění a míchání míchacího tanku

Comment:

**Network 7:** Míchání míchacího tanku

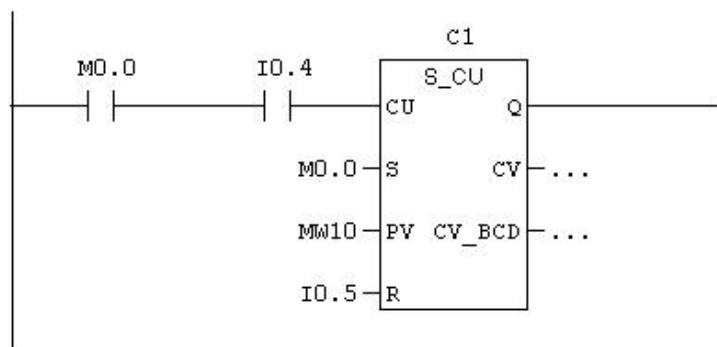
Comment:



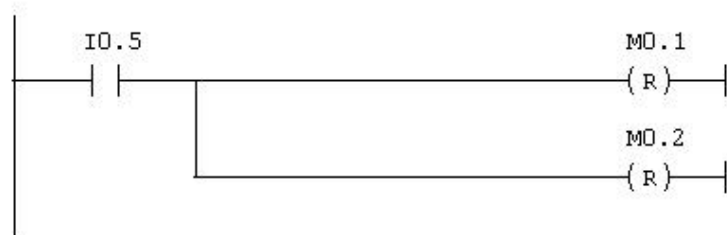


**Network 8 : Počítání plechovek**

Comment:

**Network 9 : Nulování Merkeru**

Comment:



## 7 ZÁVĚR

Ve své bakalářské práci jsem se snažil teoreticky popsat, co jsou programovatelné automaty. Hlavním tématem byl Simatic S7-200 CPU 212.

Úvodní kapitola pojednává o mé práci a hledání základních informací, ze kterých se vycházelo.

V druhé kapitole jsem se snažil popsat historii PLC na jaké bázi pracovaly a fungovaly, co tehdejší automaty obsahovaly a v čem spočívaly jejich výhody oproti tehdejším používaným technologiím.

Třetí část obsahovala technický popis dnešních programovatelných automatů, jejich rozdělení v čem se liší, co obsahují jednotlivé druhy automatů, k čemu se nejčastěji používají.

Hlavní náplň v praktické části bakalářské práce měla být spolupráce na programu v programovacím jazyce STEP s následnou realizací míchače barev s dopravníkovým pásem. Z důvodů ukončení spolupráce se svým konzultantem, kvůli práci v zahraničí jsem však přišel i o možnost realizace této úlohy v praxi. Tato úloha mě však zaujala natolik, že jsem v mé bakalářské práci pokračoval a snažil jsem se alespoň teoreticky nastínit daný technologický postup. Do tabulek jsem uvedl použité vstupy a výstupy, typ Simaticu, popsal jsem jeho funkční principy, s jakých komponentů se skládá, jak funguje jeho pracovní cyklus, druhy provozu, v jakých jazycích se programuje a také jak se dá komunikovat s tímto typem Simaticu. Na závěr jsem program pro tento dopravníkový pás naprogramoval v simulativním prostředí STEP.

## LITERATURA

- [1] Zezulka F. Programovatelné automaty: skripta. Brno : VUT Fakulta elektrotechniky a informačních technologií, 2003. 79 s
- [2] Kosek R. Řídicí systémy společnosti Siemens. Automatizace. Zář 2007. 587 s.
- [3] Siemens: SIMATIC S7-200 programmable Controlers, Reference Manual. September 2000
- [4] Školící středisko E&A.Ostrava 150.Kurz Simaticu S7 1997. 316 s.
- [5] PLC a automatizace, 1. základní pojmy, úvod do programování; Ladislav Šmejkal, Marie Martinásková; BEN – technická literatura, Praha 20077
- [6] [www.siemens.cz](http://www.siemens.cz)
- [7] [www.siemens.com](http://www.siemens.com)
- [8] [www.automa .cz](http://www.automa.cz),