

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Technologický model

Praha, 2007

Autor: Lukáš Jeřábek

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v přiloženém seznamu.

V Praze dne _____

_____ podpis

Poděkování

Děkuji především vedoucímu práce Ing. Martinu Hlinovskému za cenné rady a připomínky při tvorbě této práce. Děkuji také Janu Malému za spolupráci při realizaci řízení modelu. Dále děkuji svým rodičům za podporu při studiu.

Abstrakt

Cílem této práce je realizace modelu technologického procesu a seznámení se s funkcí programovatelných automatů řady Simatic S7-200 a operátorských panelů. Poté s jejich pomocí navrhnout a realizovat řízení modelu technologického procesu s možností sledování jeho průběhu. Práce dále obsahuje popis modelu a seznámení se se způsobem programování v softwaru STEP7 MicroWIN.

Abstract

The aim of this bachelor thesis is a realization of model of technological process and introduce with series of programmable logical controller Simatic S7 -200 and panels for monitoring a process. Next aim are proposal and realization of control via PLC with a possibility of monitoring this process. The thesis contains introduce with programming of PLC via a program STEP7 MicroWIN too.

Katedra řídicí techniky

Školní rok: 2006/2007

Zadání bakalářské práce

Student: Lukáš Jeřábek

Obor: Kybernetika a měření

Název tématu: Model technologického procesu

Zásady pro výpracování:

1. Seznamte se s programovatelným automatem SIMATIC S7-200 (s typy procesorových jednotek, rozšiřujících modulů a operátorských panelů – textové displeje nebo dotykové panely) a způsobem jeho programování (STEP 7 – Micro/WIN).
2. Po dohodě s vedoucím práce navrhněte a realizujte zadaný model technologického procesu s využitím programovatelného automatu SIMATIC S7-200 (k dispozici máte CPU 226 - napájecí napětí 24V DC, digitální vstupy 24V DC, digitální výstupy 24V DC - tranzistory a displej TD200C – textový displej 2 x 20 znaků, volitelné rozložení a počet tlačítek).
3. Vytvořte program pro ovládání zadанého modelu technologického procesu s možností prohlížení, sledování a změn parametrů (proměnných) technologického procesu pomocí displeje TD200C.

Seznam odborné literatury: Dodá vedoucí práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Martin Hlinovský

Datum zadání bakalářské práce: zimní semestr 2006/07

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. 8. 2007

Prof. Ing. Michael Šebek, DrSc.
vedoucí katedry



Prof. Ing. Zbyněk Škvor, CSc.
děkan

V Praze, dne 5. 3. 2007

Obsah

Seznam obrázků	ix
Seznam tabulek	xi
1 Úvod	1
2 Model technologického procesu	2
2.1 Popis a fukce modelu	2
2.2 Pomocné obvody výstupů	3
2.3 Obvody pro připojení tlačítek	5
2.4 Snímače	5
2.5 Pohony dopravníků	6
2.6 Zapojení automatu	7
3 Programovatelné automaty	8
3.1 S7 - 200	8
3.1.1 Typy procesorových jednotek	9
3.1.2 Rozšiřující moduly	10
4 Program pro řízení	13
4.1 Programování	13
4.2 STEP7 MicroWIN	14
5 Operátorské panely	17
5.1 Operátorské panely pro S7-200	17
5.2 TD 200C	18
5.3 Nástroje pro nastavení	19
5.3.1 Keypad Designer	19

5.3.2	Text Display Wizard	20
6	Návrh a realizace řízení	24
6.1	Návrh řízení	24
6.2	Realizace řízení	25
6.3	Sledování a ovládání procesu operátorským panelem	29
7	Závěr	31
Literatura		33
A	Přípravky pro pomocné obvody	I
B	Označení vstupů a výstupů automatu	II
C	Obsah přiloženého CD	IV
D	Použité projekty a software	V

Seznam obrázků

2.1	Model	2
2.2	Návrh plošného spoje 1. část	4
2.3	Návrh plošného spoje 2. část	4
2.4	Návrh plošného spoje	5
2.5	Obvodové zapojení vstupů a výstupů	7
4.1	Průběh scan cyklu	14
4.2	Ukázka programu v jazyce LAD	15
4.3	Ukázka programu v jazyce STL	15
4.4	Ukázka programu v jazyce FBD	16
5.1	Možnost rozložení tlačítek v Keypad Designer	20
5.2	Uživatelské menu	22
5.3	Vytvoření obrazovky	22
6.1	Popis modelu	25
6.2	Návrh rozložení tlačítek s funkcemi v Keypad Designer	29

Seznam tabulek

2.1	Parametry motoru	6
2.2	Parametry převodovky	6
3.1	Porovnání S7-200 CPU	9
5.1	Standardní funkce TD 200C	19
A.1	Použité součástky	I
B.1	Označení vstupů a výstupů	III

Kapitola 1

Úvod

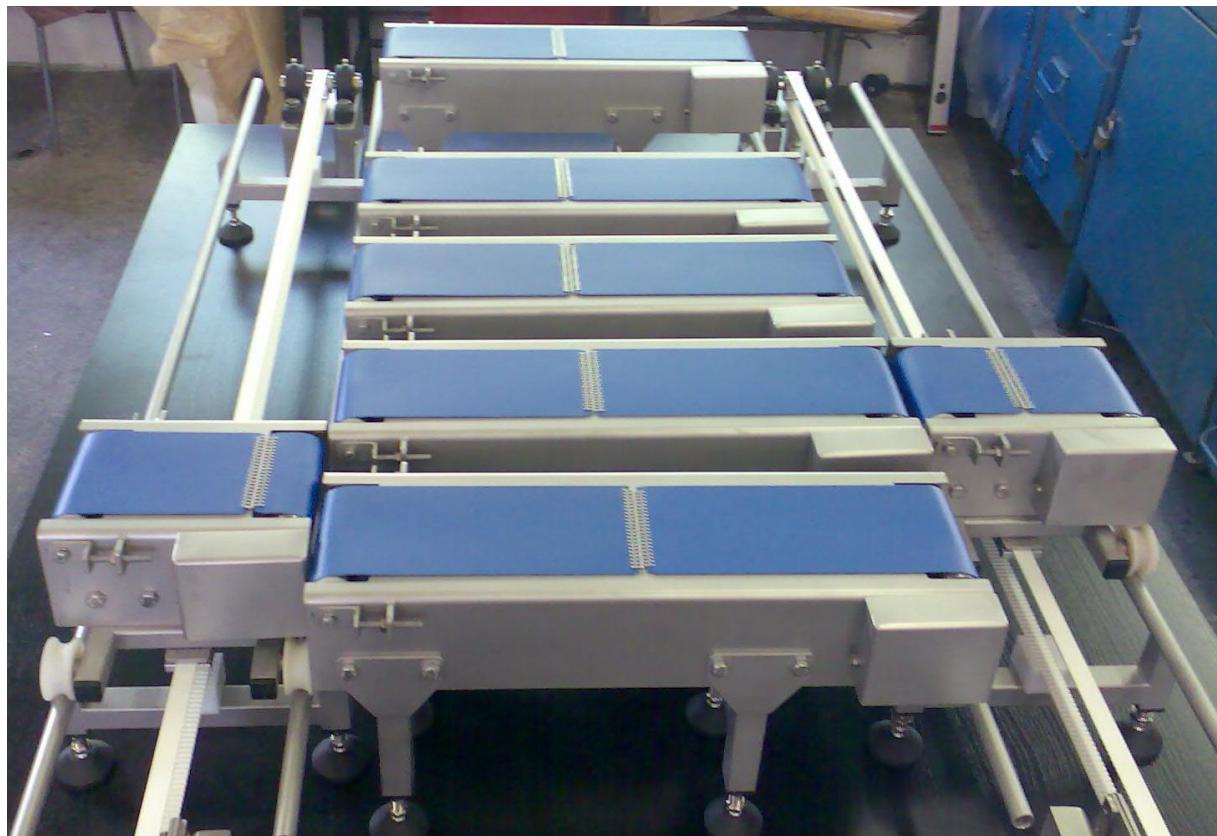
Pro řízení technologických procesů se v dnešní době používají téměř výhradně programovatelné automaty (PLC). Díky své odolnosti a spolehlivosti jsou vhodné pro nasazení v průmyslovém prostředí, ve kterém působí řada nepříznivých vlivů. Zároveň umožňují provádět velké množství funkcí a tak mohou zastoupit více jednoúčelových regulátorů. Na vyšší úrovni hierarchie řízení se používají operátorské panely. Prostřednictvím nich může operátor výroby sledovat stav technologického procesu, popřípadě měnit jeho průběh.

Cílem práce je seznámit se s funkcí programovatelných automatů a operátorských panelů a poté navrhnout a realizovat řízení modelu technologického procesu s možností sledování jeho průběhu. Pro realizaci řízení bude použit programovatelný automat Simatic S7-200. Sledování a změna parametrů procesu bude možná pomocí textového panelu TD 200C. Součástí práce je i návrh výstupních výkonových obvodů automatu. Model technologického procesu bude představovat zásobník typu FIFO. Do zásobníku se budou vkládat předměty. V určitém zvoleném časovém intervalu budou předměty vybírány ze zásobníku. Výběr se bude provádět podle pořadí, ve kterém byly předměty do zásobníku uloženy. Předměty pak budou z výstupu předány zpět na vstup zásobníku a opět do něj vloženy.

Kapitola 2

Model technologického procesu

2.1 Popis a fukce modelu



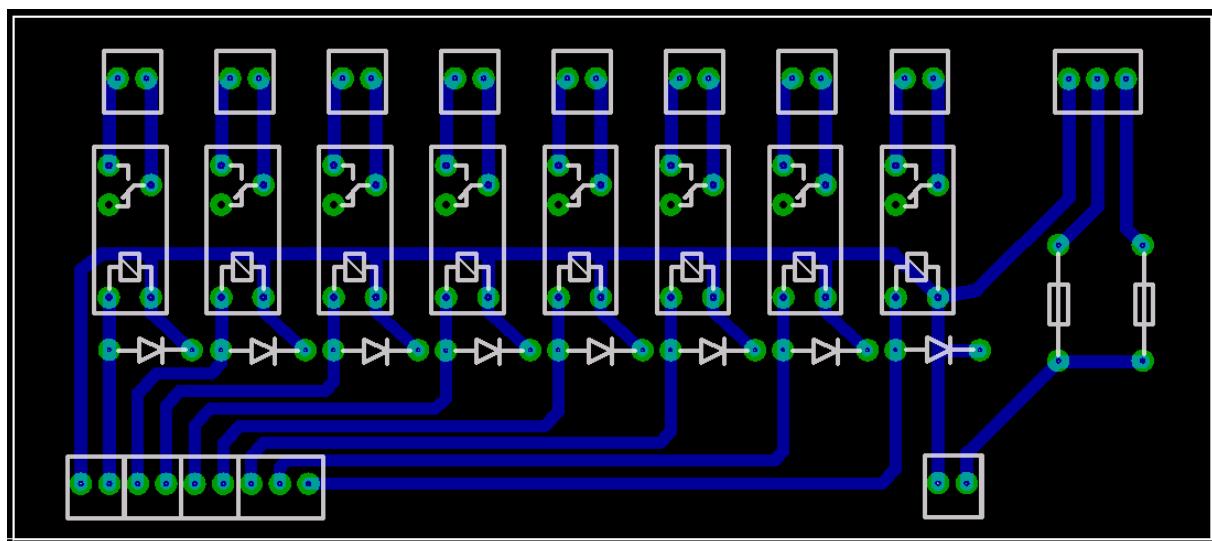
Obrázek 2.1: Model

Model představuje automaticky řízený zásobník pro uskladnění předmětů výroby viz. Obrázek 2.1. Vlastní zásobník je tvořen čtyřmi dopravníky, které jsou seřazeny paralelně. Na tyto dopravníky se budou odkládat předměty jako do paměti FIFO. Dopravníky zásobníku se mohou pohybovat pouze v jednom směru. Vkládání a vybírání předmětů ze zásobníku je řešeno posuvnými jednotkami, které jsou přistaveny kolmo k pásem zásobníku. Na posuvných jednotkách jsou připevněny další dopravníky, které slouží k přesunu předmětů na dopravníky zásobníku, nebo z dopravníků zásobníku. Posuvné jednotky i dopravníky, které jsou na ně připevněny umožňují pohyb v obou směrech. Předměty budou na lince obíhat dokola tj. z výstupu se budou opět předávat na vstup. K předávání se používá dopravník umístěný paralelně s dopravníky zásobníku. Dopravník pro předávání předmětů se může pohybovat pouze v jednom směru, který je opačný k směru pohybu dopravníků zásobníku. Vybírání ze zásobníku bude probíhat v pravidelném časovém intervalu, jehož délku bude možno měnit. Model bude řízen programovatelným automatem a prostřednictvím operátorského panelu bude možné sledovat jednotlivé proměnné procesu.

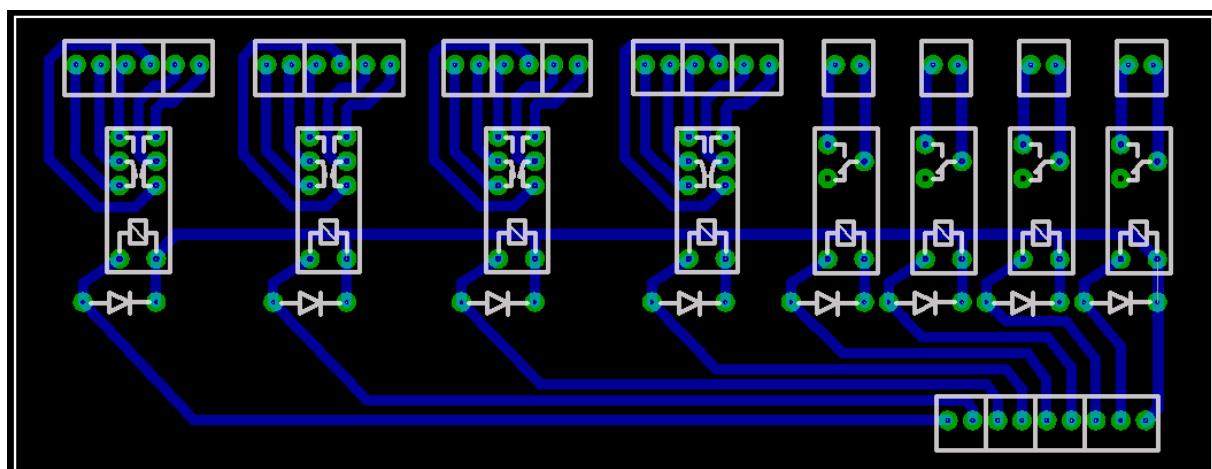
2.2 Pomocné obvody výstupů

S7-200 CPU 226 má tranzistorové výstupy 24V DC. Vlivem velké hodnoty proudu by mohlo dojít při spínání motorů dopravníků k poškození výstupů automatu. Výstupní obvody automatu jsou od silových obvodů pro pohon dopravníků galvanicky odděleny pomocí relé. Pro rozšíření výstupů bylo nutné vyrobit přípravek. Pro přípravek bylo potřeba navrhnut plošný spoj, na kterém budou umístěny součástky viz. Obrázek 2.2 a 2.3. Po dohodě s vedoucím práce byl přípravek pro rozšíření výstupů řešen jako univerzální. Požadavku univerzálnosti přípravku byl podřízen výběr součástek viz. Příloha A. Dalším požadavkem byl i rozměr plošných spojů, aby bylo možno plošné spoje umístit do krabiček, které lze připevnit na DIN lištu. Přípravek je vzhledem k velikosti rozdělen na dvě části. Tyto části lze propojit vodičem, který spojuje vývody uzemnění obou částí. Na první části přípravku je osm relé Finder 4031, u kterých je vyveden pouze spínací kontakt. Paralelně s cívkou relé je zapojena dioda. Ta chrání tranzistorový výstup automatu při rozpínání obvodu. Na přípravku jsou také dva pojistkové držáky pro pojistky u rozvodu napájecího napětí. Na druhé části přípravku jsou čtyři relé Finder 4031 a čtyři relé Finder 4052. Relé Finder 4031 má pouze jeden rozpínací a jeden spínací kontakt. To

stačí pro jednoduché spínání motorů dopravníků, ale je nedostačující pro reverzaci jejich chodu. Pro řešení reverzace chodu je použito relé Finder 4052, které má dva spínací a dva rozpínací kontakty. Pro návrh plošného spoje viz. Obrázek 2.2 a 2.3 se použil software Eagle.



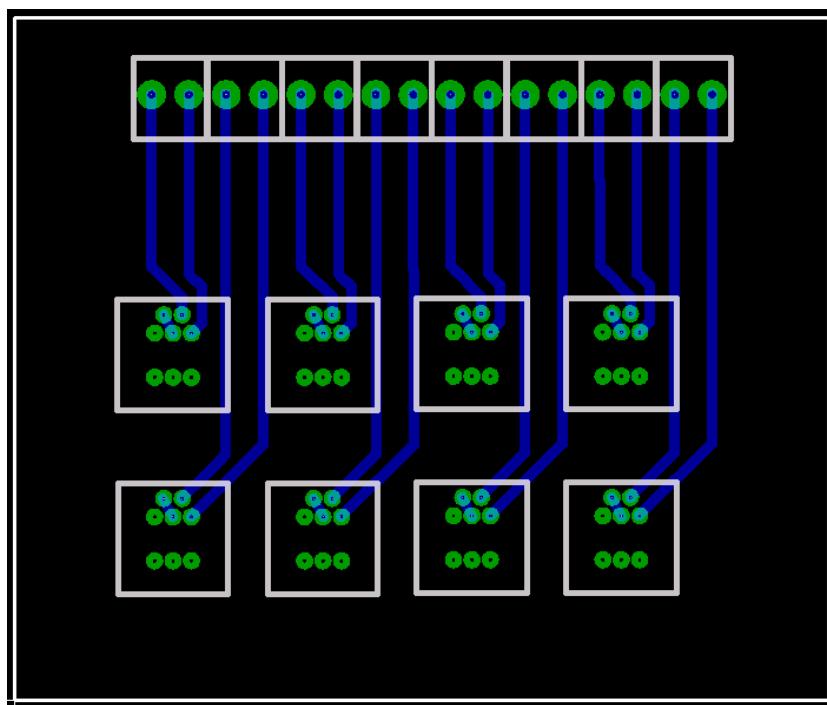
Obrázek 2.2: Návrh plošného spoje 1. část



Obrázek 2.3: Návrh plošného spoje 2. část

2.3 Obvody pro připojení tlačítek

Pro ovládání vstupů automatu bylo dále nutné připojit k jeho vstupním obvodům tlačítka. Pro umístění tlačítek byl zvolen plošný spoj, který bylo nutné navrhnout viz. Obrázek 2.4. Požadavkem při návrhu byl počet tlačítek a to osm a aby polovina byla s aretací a druhá polovina bez aretace. Dalším požadavkem na plošný spoj byly jeho rozměry, aby bylo možné umístit plošný spoj do krabičky na DIN lištu.



Obrázek 2.4: Návrh plošného spoje

2.4 Snímače

Pro detekci polohy předmětů i pozic posuvných jednotek se používají optické snímače typu reflexní světelná závora. Ty se skládají z vlastního senzoru a reflexní plochy. Senzor obsahuje vysílač a přijímač. Vysílač vysílá světelný paprsek, který se odráží od reflexní plochy zpět k senzoru a ten ho vyhodnocuje. Reflexní závoru lze použít dvěma způsoby. Jedním z nich je ten, že senzor i reflexní plocha jsou umístěny pevně proti sobě a paprsek neustále ozařuje reflexní plochu a odráží se zpět k senzoru. Průchodem předmětu se pa-

prsek přeruší a dochází tak k detekci předmětu. Tímto způsobem se detekují předměty na krajích dopravníků. Dalším způsobem lze využít jeden senzor pro detekci více poloh. Senzor je umístěn na posuvné jednotce a může se tedy pohybovat. V dráze jeho pohybu je pevně umístěno více reflexních ploch. Přejezdem senzoru okolo reflexní plochy dojde k odrazu senzorem vysílaného paprsku. Senzor poté detekuje odražený paprsek. S pomocí vyhodnocovací logiky lze takto detektovat i více poloh jedním senzorem. Tento způsob detekce je použit pro určení polohy u posuvných jednotek. U každého dopravníku zásobníku je připevněna reflexní plocha. Vyhodnocování polohy ze signálu senzoru provádí automat. U modelu jsou použity snímače WL100- P1439. Snímače jsou napájeny přímo ze zdroje napětí 24V DC. Rozsah vzdálenosti mezi reflexní plochou a senzorem je 0,01 až 6m.

2.5 Pohony dopravníků

Jako pohony dopravníků slouží motory A-max 32 od firmy Maxton. Základní parametry motoru jsou uvedeny v Tabulce 2.1. Pro snímání otáček, nebo úhlu natočení lze na motor umístit inkrementální optický snímač. Dále je možné připojit planetovou převodovku, nebo převodovku s předlohou.

Tabulka 2.1: Parametry motoru

Označení (průměr [mm])	Délka motoru [mm]	Jmenovitý výkon [W]	Max. otáčky [min-1]	Rozsah jmenovitých napětí [V]	Maximální dlouhodobý moment [mNm]
A-max 32	62,9	20	6000	6,0...42	38,4...45,0

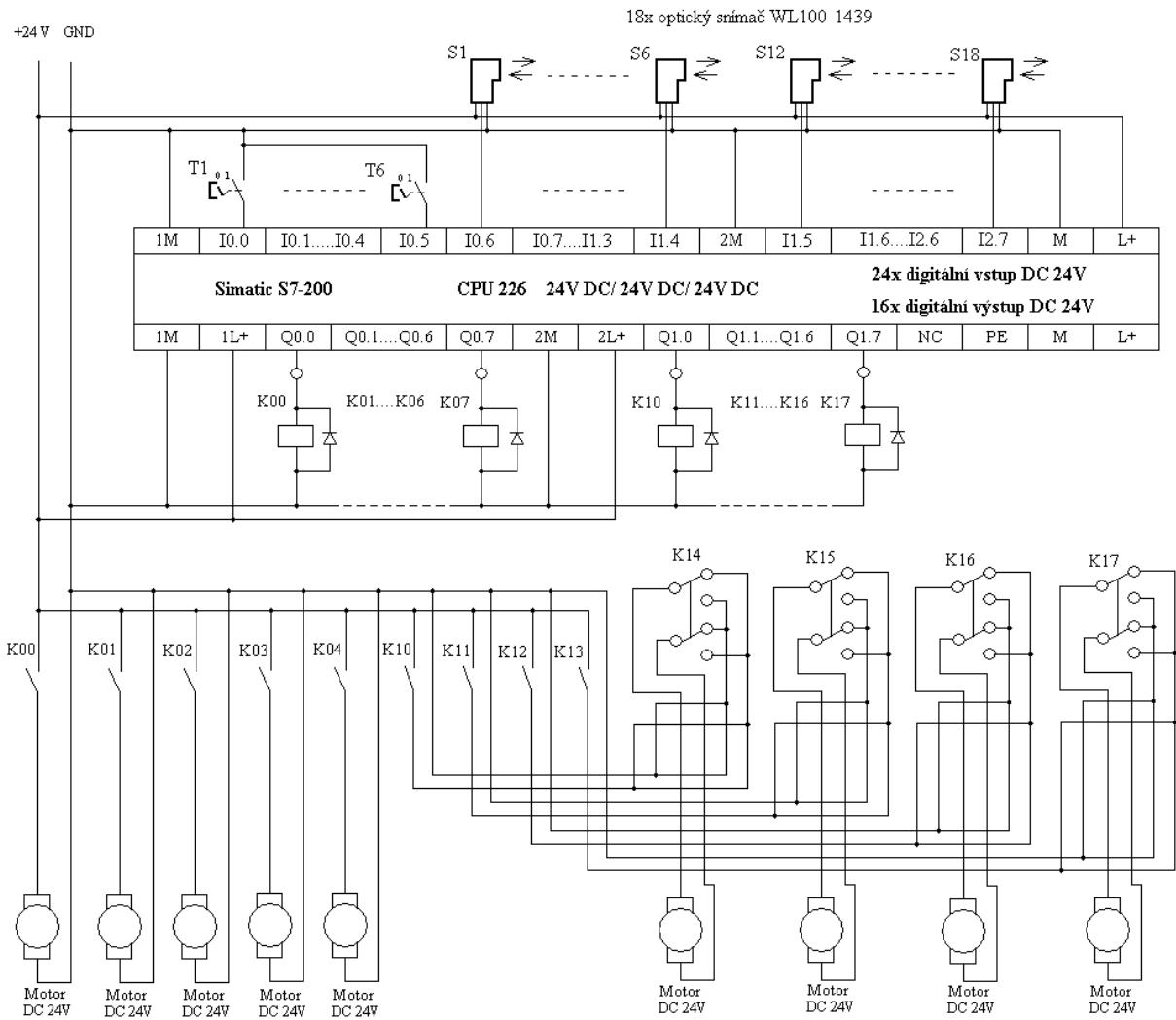
V tomto případě je použita planetová převodovka GP32A. Její parametry jsou uvedeny viz. tabulka 2.2.

Tabulka 2.2: Parametry převodovky

Typ převodovky	Počet převodových stupňů	Rozsah převodových poměrů	Výstupní moment [Nm]	Maximální vstupní otáčky [min-1]
GP32A	1...5	3,7:1 ... 6285:1	0,75...4,5	6000

2.6 Zapojení automatu

Na Obrázku 2.5 je znázorněno obvodové zapojení automatu S7-200 CPU 226. K vstupům automatu jsou připojena tlačítka a snímače. Výstupy automatu spínají relé, která jsou umístěna na přípravcích pro rozšíření výstupů. Na obrázku je rovněž znázorněno také zapojení motorů dopravníků.



Obrázek 2.5: Obvodové zapojení vstupů a výstupů

Kapitola 3

Programovatelné automaty

K hlavním prostředkům pro řízení technologických procesů patří programovatelné automaty, neboli PLC. Zkratka PLC vychází z anglického názvu "*Programmable Logic Controllers*". Programovatelné automaty se používají na úrovni řízení procesu. Zpracovávají signály ze snímačů a řídí akční členy připojené k procesu. Vzhledem k jejich umístění jsou na programovatelné automaty kladený vysoké nároky z hlediska jejich spolehlivosti a odolnosti. Obvykle se montují do rozvaděčů společně s dalšími silovými prvky v blízkosti řízeného procesu, kde může působit například elektromagnetické rušení, vlhkost nebo teplota. Při průmyslové výrobě si není možné dovolit nasadit prostředky, které mají velkou poruchovost, nebo jejichž případné znovuuvedení do provozu je časově náročné. Programovatelné automaty můžeme dělit podle provedení na modulární a kompaktní. V kompaktním provedení mají pevný počet integrovaných vstupů a výstupů, jejichž počet lze zvýšit jen přidáním rozšiřujícího modulu. V modulárním provedení je automat sestaven z procesorové jednotky a dalších vstupních nebo výstupních jednotek s různou funkčností.

3.1 S7 - 200

Simatic S7-200 je řada malých, kompaktních, programovatelných automatů určených pro řízení jednoduchých aplikací. Každý automat obsahuje v pouzdro mikroprocesorovou jednotku, integrovaný zdroj, komunikační rozhraní RS-485 a vstupní a výstupní obvody. Počet vstupů i výstupů je možno zvětšit použitím rozšiřujících modulů. Disponuje rozsáhlým instrukčním souborem, který obsahuje nejen logické operace, ale také matem-

atické funkce a funkce pro komunikaci. Má systém časových přerušení i přerušení od události. Má vysokorychlostní čítače i pulzní výstup. Nabízí široké možnosti komunikace po průmyslových sběrnicích pomocí přídavných komunikačních modulů. Dále nabízí připojení k operátorským panelům pro vizualizaci technologického procesu.

3.1.1 Typy procesorových jednotek

Tabulka 3.1: Porovnání S7-200 CPU

Vlastnosti	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 224XP	CPU 226
Fyzické rozměry [mm]	90x80x62	90x80x62	120,5x80x62	140x80x62	190x80x62
Paměť programu:					
- s editací v módu run	4096 B	4096 B	8192 B	12288 B	16384 B
- bez editace v run	4096 B	4096 B	12288 B	16384 B	24576 B
Paměť dat	2048 B	2048 B	8192 B	10240 B	10240 B
Záložní paměť	typicky 50 hodin	typicky 50 hodin	typicky 100 hodin	typicky 100 hodin	typicky 100 hodin
Počet I/O					
- digitální	6/4	8/6	14/10	14/10	24/16
- analogové	-	-	-	2/10	-
Rozšiřující moduly	0	2	7	7	7
Vysokorychlostní čítače					
- jedna fáze	4 - 30 kHz	4 - 30 kHz	6 - 30 kHz	4 - 30 kHz 2 - 200 kHz	6 - 30 kHz
-dvě fáze	2 - 20 kHz	2 - 20 kHz	4 - 20 kHz	3 - 20 kHz 1 - 100 kHz	4 - 20 kHz
Pulsní výstupy (DC)	2 - 20 kHz	2 - 20 kHz	2 - 20 kHz	2- 100 kHz	2 - 20 kHz
Hodiny reálného času	Cartidge	Cartrige	Vestavěné	Vestavěné	Vestavěné
Komunikační porty	1 x RS-485	1 x RS-485	1 x RS-485	2 x RS-485	2 x RS-485

Řada programovatelných automatů S7-200 obsahuje celkem pět procesorových jednotek, které svými vlastnostmi umožňují nasazení v nejrůznějších typech aplikací. Jednotlivé typy procesorových jednotek se od sebe liší v možnostech dalšího rozšíření, ve velikosti paměti pro program a data a v počtu integrovaných vstupů a výstupů viz. Tabulka 3.1. V našem případě je používán model s procesorovou jednotkou CPU 226.

3.1.2 Rozšiřující moduly

D/A moduly

S7-200 nabízí velké množství rozšiřovacích modulů s nimiž lze rozšířit automat o další vstupy nebo výstupy a další funkce. Počet vstupů a výstupů lze rozšířit použitím D/A rozšiřovacích modulů. Podle požadavků aplikace je možné volit mezi analogovými nebo digitálními. U vstupů je možno volit mezi variantou 24V DC a 120/230 V AC. U výstupů je potom možno volit mezi variantou reléový výstup (2A) nebo tranzistorový výstup (24V DC/ 0,75A).

Speciální moduly

- Polohovací modul - Slouží pro ovládání od jednoduchých krokových motorů až po vyspělé servopohony. Obsahuje integrované pulzní výstupy pro nastavování polohy, rychlosti a směru. Umožňuje generovat až 200 000 pulzů za sekundu. Má integrované ovládací a polohovací vstupy umožňující vykonávat polohovací úlohy nezávisle na CPU.
- Speciální modul SIWAREX MS - Modul je určený pro vážení. K modulu lze připojit libovolné tenzometry: vážicí prvky, snímače síly nebo snímače krouticího momentu hřídele. Modul měří elektrické napětí v tenzometrickém můstku a následně je přepočítává na hmotnost, sílu nebo napětí. Umožňuje kalibraci pomocí kalibračního břemene, nebo i teoretickou kalibraci. Podporuje vážicí funkce tara a nulování. K modulu lze také připojit i externí displej.

Moduly pro komunikaci

- AS interface Master - Průmyslová sběrnice AS interface je určena pro připojení snímačů a akčních členů k nadřízenému systému. Komunikační modul umožňuje řídit chod této sběrnice. Na sběrnici je možno připojit až 62 stanic, z toho může být až 31 analogových modulů. V maximální konfiguraci může být připojeno až 248 digitálních vstupů a 186 digitálních výstupů.
- Profibus-DP slave - Pomocí tohoto modulu mohou být automaty S7-200 připojeny na průmyslovou sběrnici Profibus-DP jako řízené stanice (slave). Dosahovaná rychlosť komunikace je až 12 Mbit/s.
- Modemový modul - Výhodný pro ušetření nákladů za servis. Pro komunikaci stačí pouze dva modemy. Umožňuje Teleservice, tj. programování, odladování a sledování běhu programu prostřednictvím telefonní linky. Dále podporuje datovou komunikaci mezi procesorovou jednotkou PLC a PC pomocí protokolu Modbus master/slave, událostmi vyvolaná volání typu SMS nebo na pager a vzájemné datové komunikace mezi procesorovými jednotkami po telefonní lince.
- Ethernet modul - Zprostředkovává spojení s průmyslovým ethernetem. Používá se pro vizualizaci, archivaci procesních dat a výměnu dat mezi automatem a PC. Zařízení podporuje komunikaci na rychlostech 100 Mb/s nebo 10 Mb/s. Procesor dokáže komunikovat s jakýmkoliv systémem připojeným na Ethernet. Může to být jiný řídicí systém nebo např. vizualizační systém WinCC. S PC je možné komunikovat prostřednictvím serveru S7-OPC Server. Poskytuje 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.
- IT modul CP 243-1IT - Využívá internet k dálkovému řízení procesu. Modul má stejné vlastnosti jako Ethernet modul, ale navíc může sloužit jako HTTP server, klient FTP nebo SMTP. Pomocí HTTP mohou být proměně procesu prezentovány pomocí webové stránky. Klient FTP umožňuje přenášet data v podobě klasických souborů. V souboru mohou být uloženy hodnoty sledované proměnné, které je poté možné dále zpracovávat. Protokol SMTP slouží standardně k posílání e-mailů. Modul zpracuje data z paměti automatu a pošle je jako e-mail. Ve zprávě může být

obsažena informace o sledované proměnné, nebo události, která v procesu nastala. Lze tak jednoduše archivovat průběh technologického procesu. Další funkcí modulu je ovládání na dálku. Poskytuje přehled o stavu hardwaru a umožňuje i řídící systém přeprogramovat.

- SINAUT MD 720-3 - Podporuje přenos dat přes GPRS. Umožňuje teleservis přes síť GSM a zasílání zpráv na mobilní telefon.

Kapitola 4

Program pro řízení

4.1 Programování

Tvorba programů se u programovatelných automatů poněkud liší od klasického programování. Program je třeba vytvářet s ohledem na údržbu zařízení. Měl by být jednoduchý a snadno čitelný, aby mu porozuměli i lidé, kteří budou zařízení obsluhovat. Používají se specializované jednoduché jazyky navržené pro snadnou, názornou a účinnou realizaci logických funkcí. Programovací jazyky sjednocuje mezinárodní norma IEC 1131-3. I když jsou jazyky sdruženy v mezinárodní normě, přenositelnost mezi programy od různých výrobců není možná. Většinou ale výrobci umožňují vytvářet programy ve více jazycích. Od programovatelných automatů se vyžaduje, aby jejich program probíhal ve smyčce. Na rozdíl od klasického programování se nemusí programátor starat o to, aby se na konci programu vrátilo jeho vykonávání opět na začátek. To zajistí systémový program. Programovatelné automaty pracují v tzv. pracovním cyklu viz. Obrázek 4.1. Na začátku cyklu dochází k aktualizaci hodnot ze vstupů a aktuální hodnoty se zapíší do obrazu vstupů. Hodnoty se pak již v obrazu vstupů nemění, a zůstávají stejné až do další aktualizace. To je důležité, protože kdyby se během vykonávání programu hodnoty změnili, mělo by to nežádoucí vliv na výsledek programu. Dále se zpracovává uživatelský program. Podle výsledku programu se uloží nové hodnoty výstupních proměnných do obrazu výstupů a vnitřní proměnné do interní uživatelské paměti. Podle obrazu výstupů se aktualizují hodnoty výstupů automatu. Na konci pracovního cyklu provádí automat režijní operace související s jeho vlastním chodem, komunikací a plánováním dalších procesů. Po dokončení režijních operací se vrací automat opět na začátek a celý pracovní cyklus se vykonává znovu. Uživatelský program je dán posloupností instrukcí. Současné automaty nabízejí

široké instrukční soubory. Ty obsahují základní logické operace a jejich kombinace, realizace paměťových funkcí a funkce čítačů a časovačů. Obvykle obsahují i instrukce pro aritmetické operace, porovnávání a instrukce pro organizaci programu. Některé automaty poskytují i instrukce pro realizaci regulátorů popřípadě práci s datovými strukturami apod..

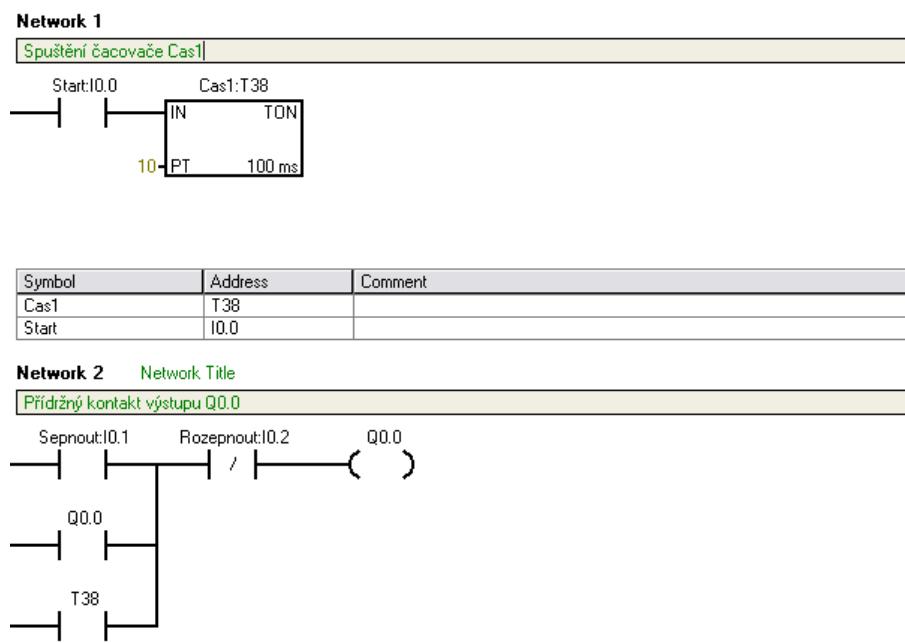


Obrázek 4.1: Průběh scan cyklu

4.2 STEP7 MicroWIN

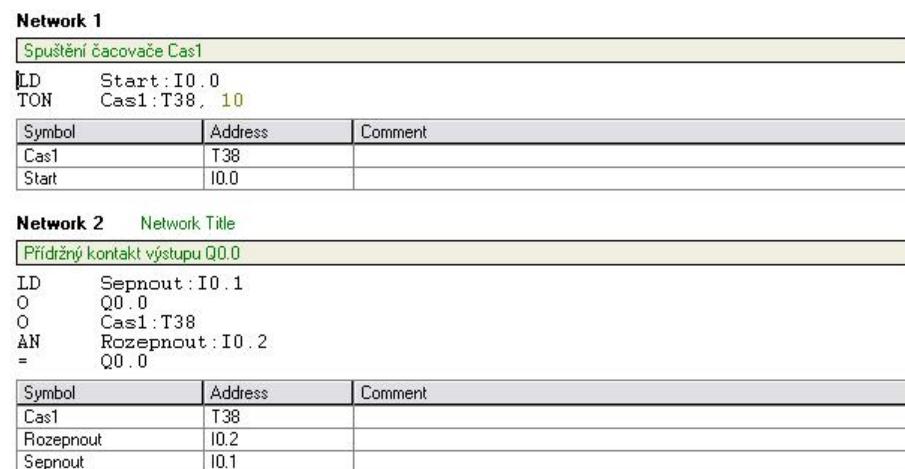
Pro práci s programovatelnými automaty řady S7-200 se používá vývojový software STEP7 MicroWIN. Obsahuje veškeré nástroje potřebné pro navázání komunikace mezi PC a programovatelným automatem, připojení k různým typům průmyslových sběrnic a vytváření řídícího programu. Pomocí svých nástrojů umožňuje také konfigurovat některé typy operátorských panelů. Disponuje širokým souborem instrukcí pro vytvoření řídícího programu. Prostředí STEP7 MicroWIN podporuje několik programovacích jazyků pomocí kterých lze vytvořit řídící program. Program lze vytvořit pomocí žebříkového diagramu LAD, strojového jazyka STL nebo jazyka funkčních bloků FBD. Tyto způsoby vytváření řídícího programu jsou navzájem ekvivalentní. Mezi kódy napsanými v jednotlivých jazycích lze jednoduše přepínat, protože prostředí umí z programu napsaném v jednom z typů jazyků automaticky vygenerovat kód pro další dva typy.

Žebříkový diagram LAD (Ladder diagram) - Založen na grafické prezentaci releové logiky. Řídící program je vyjádřen sítí propojených grafických prvků viz Obrázek 4.2. Síť je složena z příček, které představují paralelní větve reálného obvodového zapojení. Příčky se mohou různě větvit podle požadované funkce. Do příček lze vložit vstupy (kontakty), výstupy (cívky), funkce nebo funkční bloky. Použití žebříkového diagramu je vhodné, zejména když realizujeme jednoduché logické řízení. Pokud se používají složitější instrukce, stává se program méně přehledný.



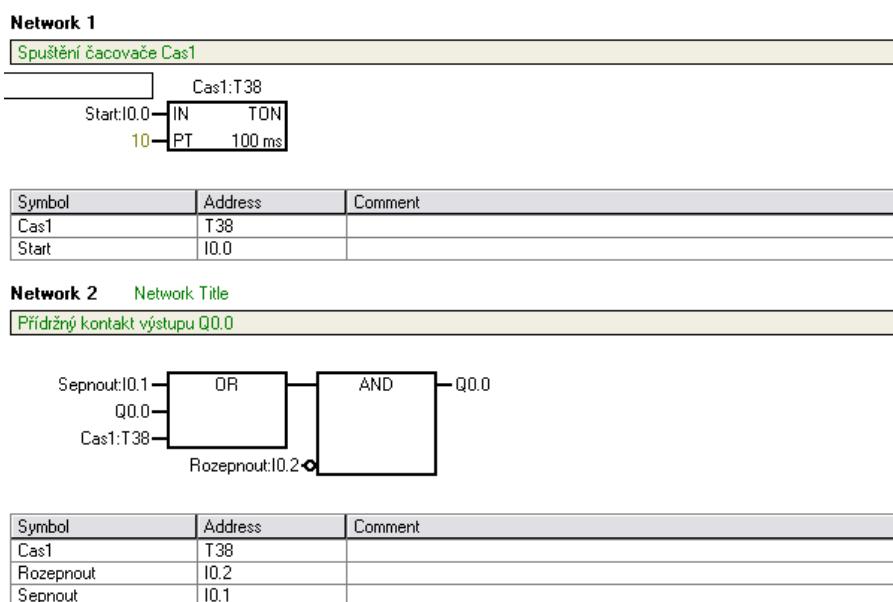
Obrázek 4.2: Ukázka programu v jazyce LAD

Strojový jazyk STL (Statement list) - Vyšší programovací jazyk mající základy v jazycích Pascal a C. Syntaxe jazyka je dána povolenými výrazy a příkazy viz Obrázek 4.3. Výraz se skládá z operátorů a operandů. Operandem může být konstanta, proměnná, funkce, nebo jiný výraz. Pro zjednodušení si lze představit, že jednotlivé příkazy se provádí jako operace nad zásobníkem. Používá se jako vhodný nástroj pro definování funkčních bloků.



Obrázek 4.3: Ukázka programu v jazyce STL

Jazyk funkčních bloků FBD (Function block diagram) - Jednotlivé funkce jsou představovány bloky viz Obrázek 4.4. Bloky mají vstupy, výstupy a vnitřní proměnné. Vytvoření požadované funkce vychází z pospojování jednotlivých funkčních bloků, které vyjadřují elementární operace.



Obrázek 4.4: Ukázka programu v jazyce FBD

Kapitola 5

Operátorské panely

5.1 Operátorské panely pro S7-200

Operátorské panely slouží pro interakci operátora s technologickým procesem řízeným programovatelným automatem. Umožňují sledování parametrů procesu, jejich změnu a také nastavení některých parametrů programovatelného automatu. Panelů, které lze připojit k S7-200 se nabízí celá řada. Na výběr je od nejjednodušších textových až po grafické panely s dotykovým displejem. Pro tuto práci bude použit textový panel TD 200C.

Popis vlastností vybraných panelů

- TD 100C - Je to textový panel s 4 řádkovým LCD displejem. Umožňuje vytvořit uživatelsky definovaný vzhled s možností konfigurace až 14 funkčních kláves. Pro interakci operátora se systémem je možné využít až 32 obrazovek a 40 alarmových hlášení. V on-line režimu lze přepínat až mezi 6 jazykovými verzemi. Konfigurace panelu se provádí v STEP7 MicroWIN.
- TD 200 - Má 2 řádkový LCD displej. Klávesnice obsahuje 8 funkčních a 5 systémových kláves. Pro informaci o stavu procesu poskytuje 64 obrazovek a 80 alarmových hlášení. Umožňuje přepínání až 6 jazykových verzí v on-line režimu. Panel se konfiguruje v STEP7 MicroWIN.
- TD 200C - Podrobný popis viz. 5.2
- Grafický displej OP73 micro - Je to grafický panel. Má 3" obrazovku s rozlišením 160x48 bodů. Umožňuje jednoduché zobrazení objektů pomocí bitových map, grafů

a diagramů. Klávesnice obsahuje 4 funkční a 8 systémových kláves. Pro interakci s operátorem je možné vytvořit 250 obrazovek a 250 alarmových hlášení. V on-line režimu lze přepínat až mezi 6 jazykovými verzemi. Konfigurace panelu se provádí ve WinCC flexible.

- TP 070 - TP 070 je grafický dotykový panel. Má 5,7" dotykový displej s rozlišením 320x240 bodů, který umí zobrazit 4 odstíny modré. Pro zobrazení údajů o procesu lze vytvořit až 20 obrazovek. Panel se konfiguruje v MicroWIN TP designer.
- TP 177 micro - Má grafický 5,7" dotykový displej s rozlišením 320x240 bodů. Displej umí zobrazit 4 odstíny modré. Pro vizualizaci procesu poskytuje 250 obrazovek a 500 alarmových hlášení. Pro zobrazení informací lze využít bitové mapy, diagramy, nebo vektorovou grafiku. Panel poskytuje systém hlášení s volně definovatelnými třídami hlášení. Ty dávají možnost třídit zobrazované zprávy podle priorit, přičemž lze nastavit způsob zobrazení i potvrzení zprávy. Umožňuje horizontální i vertikální montáž. Jako u většiny ostatních panelů lze přepínat až 6 jazykových verzí v online režimu. Panel se konfiguruje pomocí WinCC flexible.

5.2 TD 200C

TD 200C je textový panel od firmy Siemens. Má dvouřádkový LCD displej s 20 znaky na každém řádku. Komunikace mezi panelem a programovatelným automatem probíhá pomocí rozhraní RS-485. Panel je napájen ze zdroje stejnosměrného napětí 24V. Napájení může být přivedeno přímo kabelem ze zdroje, nebo může být přivedeno pomocí kabelu, kterým je připojen k programovatelnému automatu. Panel poskytuje informace o stavu technologického procesu prostřednictvím uživatelského menu s obrazovkami a alarmů, informujících o určitých situacích, které v procesu nastaly. Změnu parametrů a proměnných lze provádět pomocí tlačítek umístěných na vrchní části panelu. Panel dále umožňuje provádět funkce související s vlastním nastavením panelu a programovatelného automatu viz Tabulka 5.1. Panel TD 200C umožňuje vytvořit vlastní rozvržení tlačítka na dotykové ploše. Pro konfiguraci panelu TD 200C se používají dva nástroje programu STEP7 MicroWIN. Jsou to Keypad Designer pro vytvoření vlastního návrhu vzhledu obrazovky a Text Display Wizard pro nastavení funkcí panelu.

Tabulka 5.1: Standardní funkce TD 200C

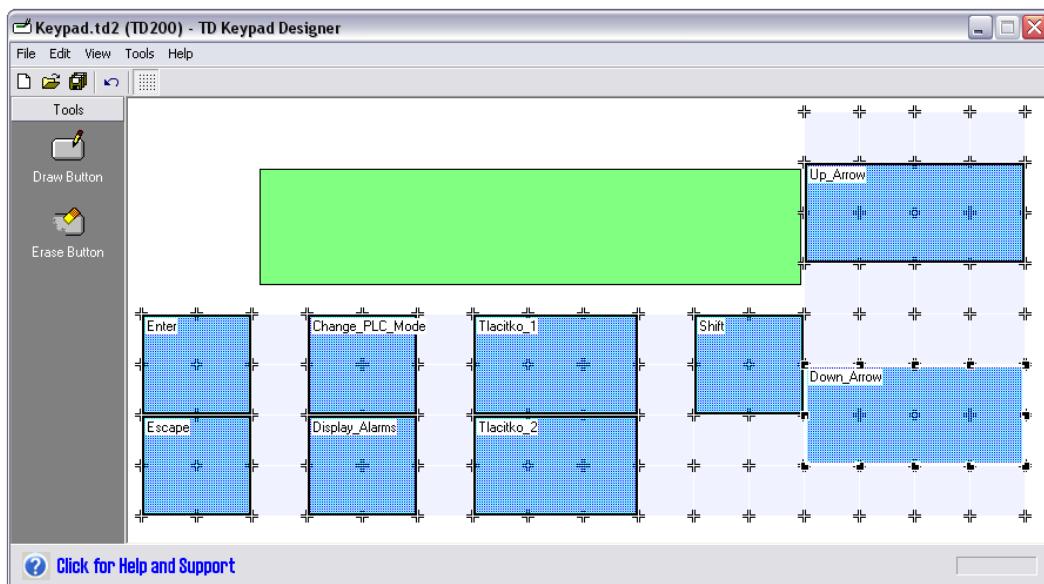
Funkce	Popis funkce
Režim CPU	Změna režimu CPU (Run nebo Stop)
Ochrana heslem	Zabezpečení přístupu k nastavení parametrů panelu.
Force I/O	Nastavení jednotlivých vstupů a výstupů automatu. Při této funkci nejsou hodnoty vstupů ani výstupů závislé na vstupních signálech nebo na výsledku programu, ale mají hodnotu, která je jim pevně přiřazena. Tato funkce může sloužit při ladění programu, nebo při testování vlastností technologického procesu
Jazykové nastavení	Možnost přepnutí jazykového nastavení v režimu Run. Lze nastavit až 6 různých jazyků.
Nastavení času	Nastavení času a data v CPU
Přenosová rychlosť	Změna přenosové rychlosti, pro komunikaci mezi automatem a panelem.
Modifikace dat	Umožňuje čtení a zápis dat uložených v CPU.
Memory cartridge	Uživatelský program lze uložit do paměťového modulu. Výměnou modulu lze změnit celý uživatelský program
Čištění klávesnice	Dovoluje operátorovi očistit vrchní část panelu bez toho, že by stiskem klávesy aktivovat nějakou funkci. Klávesnice není aktivní po dobu 30 sekund.

5.3 Nástroje pro nastavení

5.3.1 Keypad Designer

Nástroj Keypad Designer lze použít pro vytvoření vlastního vzhledu obrazovky panelu. Návrh vzhledu obrazovky se dá rozdělit na dvě části. První část spočívá v grafickém návrhu krytu dotykové části obrazovky. Tím se myslí vzhled tlačítek, jejich velikost, umístění apod.. Při návrhu je třeba dbát na možnou velikost plochy tlačítek a na možnost jejich rozmístění po dotykové ploše panelu. Grafický návrh krytu je možné provést v téměř jakémkoli programu pro úpravu obrázků. Druhá část návrhu se provádí nástrojem Key-

pad Designer a spočívá v přiřazení dotykových oblastí a funkcí jednotlivým tlačítkům viz Obrázek 5.1. Podle grafického návrhu se označí plochy jednotlivých tlačítek na dotykové ploše panelu. K označeným oblastem tlačítka se dále přiřadí funkce, které panel podporuje. Návrh v Keypad Designer se uloží do souboru s příponou .td2. Tento soubor se dále používá při konfiguraci panelu pomocí dalšího nástroje Text Display Wizard. Nástroj Keypad Designer je součástí programu STEP7 MicroWIN.



Obrázek 5.1: Možnost rozložení tlačítek v Keypad Designer

5.3.2 Text Display Wizard

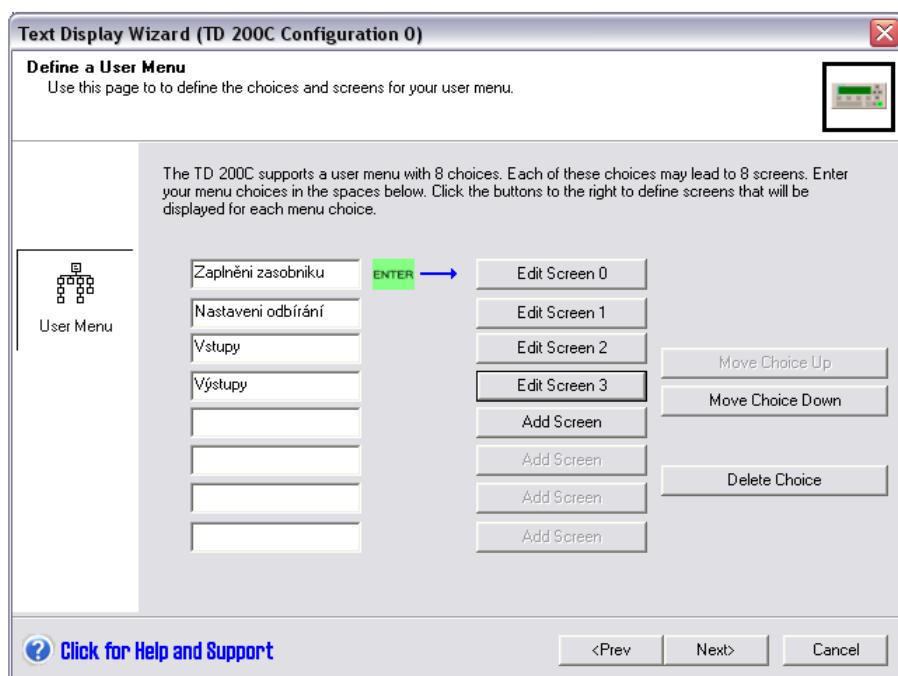
Text Display Wizard je nástroj programu STEP7 MicroWIN pro nastavení textových panelů. Používá se pro konfiguraci parametrů panelu, vytváření uživatelského menu a alarmů a konfiguraci jazykového nastavení. Text Display Wizard vytvoří blok parametrů, který obsahuje informace o nastavení panelu. Blok parametrů je uložen do paměti v automatu. Po spuštění si panel načte blok parametrů z PLC.

Konfigurace

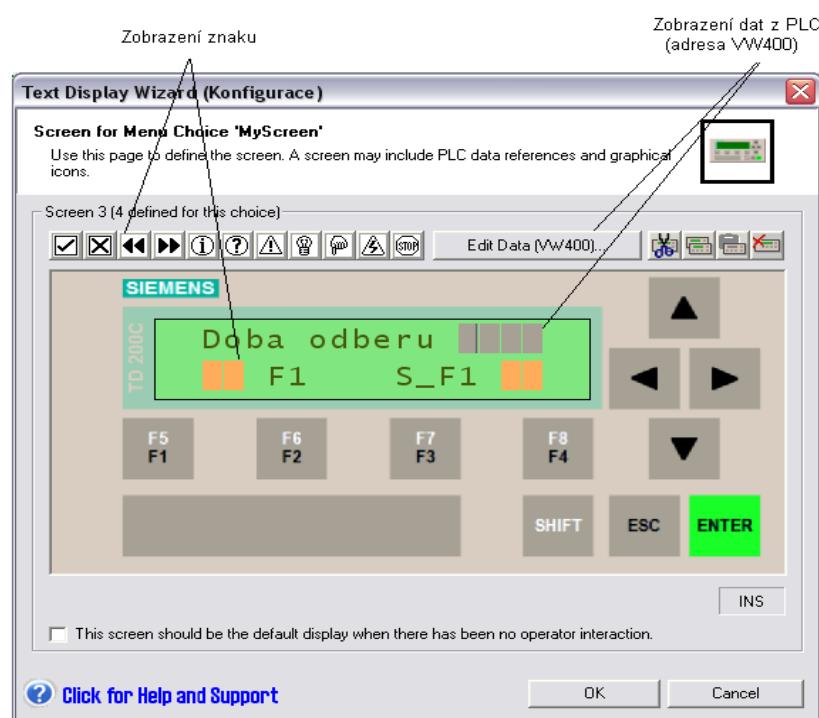
Konfigurace slouží k obecnému nastavení parametrů panelu a jeho základních funkcí. Nejprve se vybere typ panelu, podle něhož bude probíhat další konfigurace. Panel má standardní menu, ve kterém je možné prohlížet a vykonávat všechny základní funkce, které panel podporuje. V dalším nastavení se povoluje zabezpečení heslem pro určité části menu, ve kterých se dají měnit parametry nastavení panelu, nebo data uložená v PLC. Ze standardního menu je možné také vybrat jen některé části, které se mají na panelu zobrazit. Pro aktualizaci hodnot z PLC lze také nastavit dobu periody, po kterou se budou data v panelu průběžně obnovovat. Text Display Wizard dále nabízí možnost zvolit standardní vzhled a rozložení tlačítek na displeji, nebo možnost vložení vlastního návrhu vytvořeném v nástroji Keypad Designer. Podle toho zda zvolíme základní nebo vlastní vzhled se odvíjí i počet tlačítek, které se mohou v hlavním programu použít jako kontakty. Těmto kontaktům jsou přiřazena symbolická jména a rozlišuje se, zda se jedná o tlačítko s mžikovým nebo přídržným kontaktem.

Uživatelské menu

Panel TD 200C obsahuje standardní menu, ve kterém je možné prohlížet nastavení panelu a provádět jeho základní funkce. Panel ale navíc umožňuje vytvořit i vlastní uživatelské menu. Uživatelské menu slouží pro vizualizaci proměnných z PLC a pro zobrazení informací o stavu technologického procesu. Uživatelské menu může obsahovat až osm položek viz Obrázek 5.2. Každá položka v sobě může obsahovat až osm obrazovek viz Obrázek 5.3. Celkem lze tedy vytvořit až 64 obrazovek. Mezi obrazovkami v jedné položce se přepíná pomocí šipek nahoru a dolů. Na obrazovce můžeme nechat zobrazit text, znak, nebo hodnotu proměnné z PLC viz. Obrázek 5.3. V proměně mohou být uložena čísla v příslušném formátu, nebo řetězce. Řetězce se používají v případě, kdy je potřeba zobrazit hodnotu logické proměnné, nebo zobrazit informaci, že se proces nachází v určitém stavu. U proměnných lze také nastavit, zda-li se mohou pouze zobrazovat, nebo zda-li je možné měnit jejich hodnotu přímo z obrazovky v uživatelském menu.



Obrázek 5.2: Uživatelské menu



Obrázek 5.3: Vytvoření obrazovky

Alarmsy

Alarm je zpráva, která se aktivuje při určitém stavu technologického procesu. Stav charakterizují určité hodnoty několika proměnných v PLC. Alarm je vlastně upozornění pro operátora, že v procesu došlo k nějaké události. Panel TD 200C umožňuje vytvořit až 80 alarmů. Alarmsy mají přidělenou prioritu, která se definuje při jejich vytváření. U jednotlivých alarmů je možné zvolit, zda se bude vyžadovat jejich potvrzení operátorem. Nevyžaduje-li se potvrzení, je alarm aktivní pouze po dobu trvání určitého stavu a po straně displeje bliká malý indikátor. V případě, že je vyžadováno potvrzení, zůstane alarm aktivní až do potvrzení operátorem, a na displeji začne blikat velký indikátor alarmu v prostředí obrazovky. Umístění alarmů je dáno podle toho zda je zvoleno v nastavení panelu v módu uživatelského menu nebo v módu alarmů. Je-li v módu uživatelského menu, je uživatelské menu zobrazováno jako hlavní a hlášení alarmů se zobrazuje v položce Display alarms, která se nachází v standardním menu panelu. Je-li v módu alarmů, jsou jako hlavní zobrazována hlášení s alarmy. V položce menu Display alarms jsou zobrazeny aktivní alarmsy podle jejich priority. Prohlížení aktivních alarmů se provádí šipkami. Alarmsy, které vyžadují potvrzení, se deaktivují tlačítkem enter. Zároveň se nastaví bit, který se definuje při vytváření alarmu. Je-li tento bit nastaven, nelze tento alarm už znova aktivovat. Je proto potřeba v hlavním programu ošetřit jeho opětovné shození. V hlavním programu je nutné ošetřit i to, aby alarm, u kterého vyžadujeme potvrzení zůstal aktivní, i když už není platná podmínka pro jeho trvání. U hlášení alarmů můžeme volit jeho délku a to buď na jeden nebo na dva řádky. Vytvoření hlášení alarmu je stejné jako u vytváření obrazovky u uživatelského menu viz. Obrázek 5.3.

Jazykové nastavení

Panel TD 200C umožňuje vytvořit více jazykových nastavení, mezi kterými je možné přepínat. Mezi kterými jazyky bude možné přepínat, je nutné předem nastavit. Pro standardní menu se jednotlivé výrazy přeloží automaticky. Pro uživatelské menu, obrazovky a alamsy je potřeba jednotlivé výrazy přeložit. Při vytváření dalšího jazykového nastavení zkopíruje Text Display Wizard obsah uživatelského menu, obrazovek i alarmů, takže už není nutné vytvářet znovu celé nastavení panelu, ale je možné pouze přepsat jednotlivé výrazy do požadovaného jazyka. Pro standardní menu je možné vybrat jen z omezeného množství jazyků, které panel podporuje.

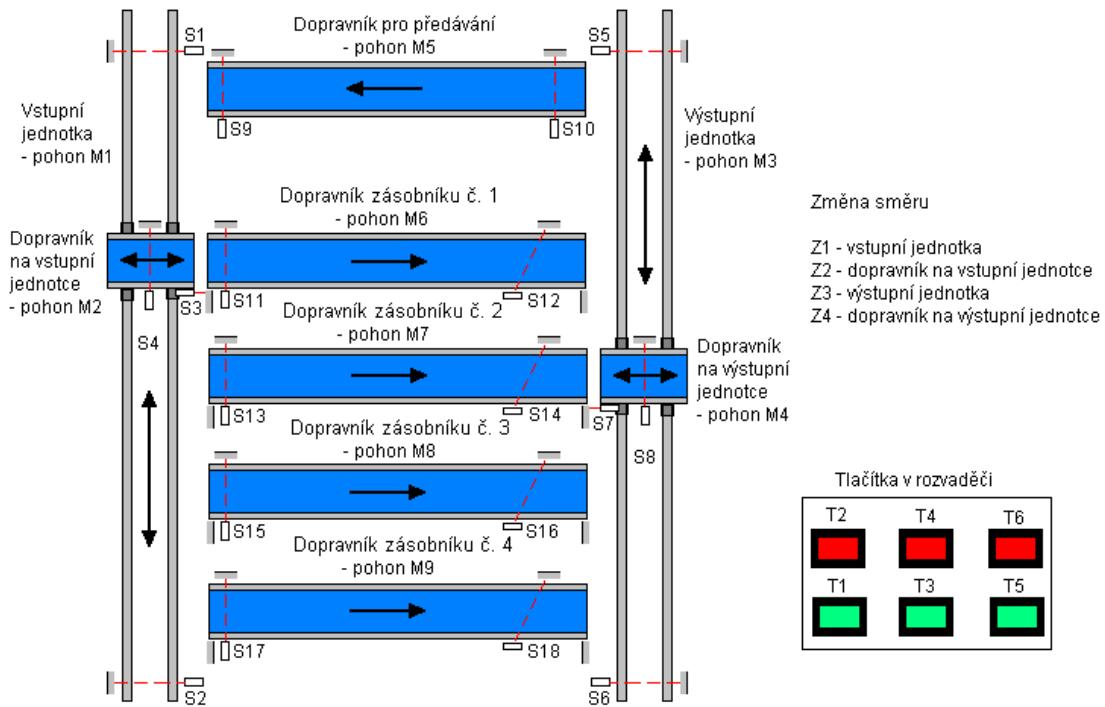
Kapitola 6

Návrh a realizace řízení

6.1 Návrh řízení

Pro zjednodušení je výhodné rozdělit řízení na několik dílčích částí. A to na vlastní zásobník, jednotky obsluhující vstup a výstup ze zásobníku a na část pro předávání předmětů mezi jednotkami. Vlastní zásobník se skládá ze čtyř dopravníků, na které se budou odkládat předměty. Zásobník má být typu FIFO (First-In, First-Out), a proto je nutné si pamatovat, v jakém pořadí byly předměty do zásobníku vloženy, neboli na jakém jsou dopravníku. Přidávání a odebírání předmětů ze zásobníku bude možné provádět současně. Zásobník tedy bude sdílený prostředek, ke kterému budou přistupovat vstupní a výstupní jednotka. Z tohoto důvodu je třeba vyloučit současný přístup obou jednotek. Při vkládání předmětů do zásobníku je potřeba provést výběr dopravníku, na který se předmět vloží. Výběr dopravníku závisí na tom, které dopravníky jsou zaplněny. Tento výběr se bude provádět postupně od dopravníku nejblíže k předávání. Výběr předmětů ze zásobníku se bude provádět v pravidelném časovém intervalu, který bude možné měnit. O tom, ze kterého zásobníku se bude vybírat, se rozhodne podle hodnoty uložené v paměti. Pro předávání předmětů z výstupu na vstup zásobníku se bude používat jeden dopravník. K němu budou přistupovat vstupní a výstupní jednotka a z tohoto důvodu je nutné, vyloučit jejich současný přístup.

6.2 Realizace řízení



Obrázek 6.1: Popis modelu

Nejdůležitější částí jsou posuvné jednotky viz. Obrázek 6.1. Bez toho aniž by se zajistilo jejich řízení, by nebylo možné uvést proces do správného chodu. Pro ovládání jednotek je nutné rozlišit jejich polohu. K tomu se použije obousměrný čítač. Snímače S3 a S7 jsou připevněny na posuvných jednotkách. U jednotlivých dopravníků zásobníku jsou reflexní plochy, pomocí kterých snímače detekují pozici u dopravníků. Čítač zvýší svou hodnotu, pokud dojde k detekci reflexní plochy a zároveň je výstup Z1 popř. Z3, který řídí ovládání směru jednotky nastaven na příslušnou hodnotu. Obdobně je tomu, jede-li jednotka směrem na výchozí pozici. Čítač sníží svou hodnotu, detekuje-li snímač S3 popř. S7 vyjetí z reflexní plochy a má-li jednotka nastaven správný směr pohybu.

Jednotka může pracovat v režimu návratu na výchozí pozici, nebo v režimu dojezdu na žádanou polohu. Režim návratu se používá při inicializaci a při přesunu předmětů k dopravníku pro předávání. Režim dojezdu na polohu se používá k najetí jednotky na příslušnou polohu u dopravníků zásobníku. Problém u ovládání posuvných jednotek byl v zastavení jednotky přesně na žádané poloze. Jednotky mají velkou setrvačnost a při vypnutí pohonu urazí ještě vzdálenost cca 4 cm. Z tohoto důvodu je nutné pohyb jednotek

brzdit protiproudem. Výchozí pozice jednotky je dána senzorem S1 u vstupní jednotky a senzorem S5 u výstupní jednotky. Při návratu na výchozí pozici se nejprve nastaví směr pohybu jednotky a upraví se doba časovače brzdy. Není-li jednotka na výchozí pozici, spustí se její pohon M1 popř. M3. Dojede-li jednotka na výchozí pozici, detekuje ji snímač S1 popř. S5. Poté se změní směr pohybu jednotky daný Z1 popř. Z3, ale pohon jednotky M1 popř. M3 zůstává zapnutý. Zároveň se změnou směru se spustí časovač brzdy. Po uplynutí doby dané časovačem se vypne pohon jednotky M1 popř. M3. Doba časovače je nastavena jen na několik milisekund. Motor tedy zabere na okamžik na opačný směr a tím se docílí zastavení jednotky. V režimu dojezdu na polohu se opět nejprve nastaví směr pohybu jednotky (Z1, Z3) a upraví se doba časovače brzdy. Různá doba časovače brzdy při návratu, nebo dojezdu na polohu se používá kvůli rozdílné poloze snímačů S1, S3 popř. S5, S7 a kvůli malému počtu časovačů umožňujících časovat po 1 milisekundě. Při přesunu na polohu se porovnává aktuální a žádaná poloha jednotky. Nerovnají-li se, rozjede se jednotka k dopravníkům zásobníku. Rovnají-li se obě polohy, dojde opět k změně směru pohonu jednotky a spustí se časovač brzdy. Po jeho dočasování dojde k vypnutí pohonu jednotky M1 popř. M3. Pro správný chod je nutné zajistit, aby nebylo možné zapnout návrat i dojezd na polohu u jednotky současně. Jednotky mají také ochranu proti vyjetí z dráhy u dopravníku č. 4. Detekuje-li senzor S2 vstupní jednotku, nebo senzor S6 výstupní jednotku, dojde k vypnutí pohonu příslušné jednotky.

Před začátkem vlastního spuštění procesu je nutné provést inicializaci. Vstupní i výstupní jednotka se přepnou do režimu návratu a rozjedou se směrem ke své výchozí pozici dané snímači S1 a S5, kde zastaví. V tomto okamžiku se určí výchozí pozice obou jednotek a proces je tak připraven ke spuštění.

Počítání předmětů na dopravnících zásobníku se provádí pomocí obousměrných čítačů a senzorů umístěných na krajích dopravníků. Při průjezdu snímačem na začátku dopravníku (S10, S11, S13, S15, S17) inkrementuje čítač svou hodnotu. Po průjezdu předmětu snímači na konci dopravníku (S9, S12, S14, S16, S18) čítač svou hodnotu sníží.

Pro realizaci paměti FIFO se používají instrukce pro přidání do paměti, vybrání z paměti a vymazání paměti.

Aby bylo možné vkládat předměty do zásobníku, je potřeba nejprve vložit předměty do oběhu. Předměty se do oběhu vkládají pomocí dopravníku pro předávání předmětů z výstupu na vstup. Nejprve je nutné přepnout běh z režimu obíhání do režimu pro vkládání předmětů. Při zapnutém chodu se plnění spouští tlačítkem s aretací T3 a musí zůstat zapnuté až do ukončení plnění. Při samotném vkládání je potřeba dbát na správné zakládání. Předměty se doplňují tak, že předmět se položí na dopravník pro předávání v

místě senzoru S10. Nejlépe se osvědčilo posouvat předměty po pásu z kraje dopravníku ve směru jeho pohybu. Snímač detekuje předmět a spustí pohon dopravníku na 600 ms. Tato doba spolu se setrvačností stačí na to, aby se předmět přesunul za snímač. Poté je možné stejným způsobem vložit další předmět. Maximální počet předmětů, který lze vložit do oběhu při plnění jsou 3. Při pokusu vložit více než 3 předměty je detekována chyba, která způsobí zastavení pohonu všech dopravníků. Vymáčknutím tlačítka T3 se proces uvede do normálního chodu.

Při vkládání předmětů do zásobníku je nutné rozhodnout, na který dopravník se předmět odloží. Vyhodnocování probíhá následovně. Postupuje se od prvního dopravníku. Je-li dopravník plný, nebo je-li obsazen výstupní jednotkou, nelze na první dopravník vložit předmět a přistupuje se ke druhému dopravníku. U druhého dopravníku proběhne stejně vyhodnocení jako u prvního. V případě, že je druhý dopravník obsazen přistupuje se k dalsímu. Takto probíhá vyhodnocení až ke čtvrtému dopravníku. Je-li i čtvrtý dopravník obsazen, tak do zásobníku nelze vložit další předmět.

Samotné vložení předmětu do zásobníku probíhá následovně. Vstupní jednotka se nachází na výchozí pozici. Nastaví se směr pohybu dopravníku na vstupní jednotce Z2. Je-li na dopravníku pro předání alespoň jeden předmět, spustí se pohony M5 a M2. Předmět tak přejede z dopravníku pro předání na dopravník na jednotce. Projetím snímače S9 se vytvoří přídrž, která spustí časovač. Ten po dočasování vypne pohon M5. Tato přídrž se rozpojí výjezdem vstupní jednotky z výchozí pozice. Časovač se zde používá proto, aby se vypnul pohon M5 v případě, že je na dopravníku více předmětů než jeden. Detektuje-li snímač S4 předmět, provede se brzdění jako v případě posuvných jednotek a dopravník na vstupní jednotce se zastaví. Detektuje-li S4 předmět, vstupní jednotka je na výchozí pozici a pohon M2 není spuštěn, vytvoří se přídř, která aktivuje přejezd jednotky na žádanou polohu. Poté co jednotka dojede na příslušnou pozici, spustí se časovač, který musí časovat déle, než je aktivováno brzdění dopravníku na vstupní jednotce. Po dočasování se teprve přídrž zruší. Časovač se používá proto, aby se přídrž nedeaktivovala hned po dojetí na pozici. V tom případě by brzda nemohla fungovat, protože by se zrušila přídrž a tím i režim dojezdu jednotky na žádanou polohu. Po dojezdu na pozici se spustí pohon M2 a pohon příslušného dopravníku zásobníku (M6, M7, M8, M9). Předmět tak přejede na příslušný dopravník a po projetí snímačem na začátku dopravníku (S11, S13, S15, S17) se vypnou oba pohony. Zároveň se aktivuje příznak, že se předmět přesunul do zásobníku. Je-li aktivní příznak přesunu do zásobníku a oba pohony nejsou zapnuty, aktivuje se přídrž pro návrat vstupní jednotky do výchozí pozice. Ta se deaktivuje po dočasování časovače, který se spustí po dojezdu na výchozí pozici. Časovač je zde použit opět z

důvodu brzdění jednotky. To na jakou pozici se má předmět vložit, se uloží do proměně v okamžiku, kdy jednotka opustí výchozí pozici.

Odběr předmětů ze zásobníku se řídí časovačem. Ten udává intervaly, v jakých se bude odběr provádět. Časovač vygeneruje signál, kterým se aktivuje příznak pro výběr ze zásobníku. V programu se vytvoří přídrž pro dojezd jednotky na žádanou polohu. Na jakou polohu má jednotka dojet určuje výstup z paměti FIFO. Po dojezdu na polohu se příznak výběru deaktivuje a zároveň se spustí pohon M4 a pohon příslušného dopravníku zásobníku (M6, M7, M8, M9). Po projetí snímačem na konci dopravníku (S12, S14, S16, S18) se vypne pohon dopravníku zásobníku (M6, M7, M8, M9). Pohon M4 se vypne pomocí brzdění protiproudem po dojetí předmětu na snímač S8. Má-li jednotka na sobě předmět a stojí oba pohony, vytvoří se přídrž pro návrat. Ta se rozepne po dočasování časovače, který se spustí při dojezdu výstupní jednotky na výchozí pozici. Časovač opět slouží jako zpoždění, pro funkci brzdění jednotky. Poté se aktivuje příznak předání a jím se spustí pohony M4 a M5. Předmět tak přejede na dopravník pro předávání. Po projetí předmětu snímačem S10 se vypnou oba pohony. Je-li vstupní jednotka na své výchozí pozici, spustí se ihned vložení do zásobníku. Odběr ze zásobníku lze spustit v případě, že se na dopravníku pro předávání nenachází žádný předmět.

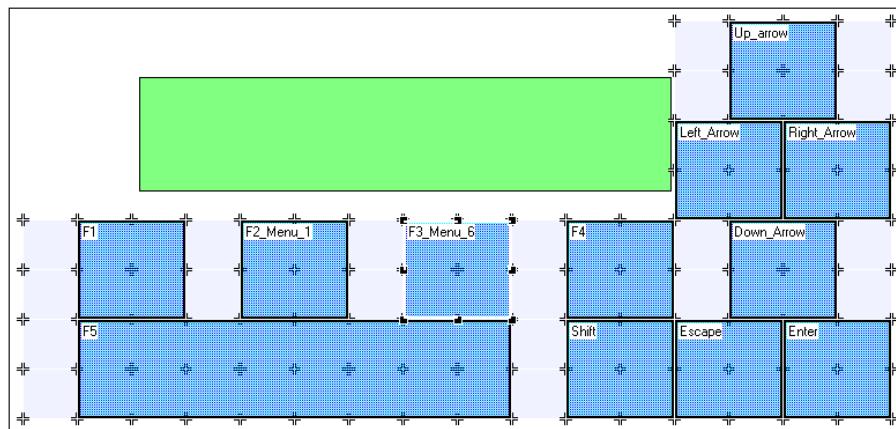
Aby nedošlo k současnému vkládání a odebírání předmětu na stejném dopravníku zásobníku, přeruší se režim dojezdu na polohu u výstupní jednotky v případě, že se rovná pozice pro vložení pozici pro odebírání. Opětovné spuštění chodu výstupní jednotky se povolí až poté, co se vloží předmět do zásobníku a vstupní jednotka se vrátí do výchozí pozice. Dalším případem, kdy by mohlo dojít k současnemu přístupu je stav po doplnění předmětů do oběhu, kdy se na dopravníku pro předávání nachází více předmětů. Tento případ je vyloučen tím, že odběr může být aktivován jen v případě, že na dopravníku pro předávání není žádný předmět.

Při přepnutí automatu do režimu RUN, se automaticky spustí inicializace. Po jejím ukončení lze proces spustit tlačítkem T4. Stiskem tlačítka T5, nedojde ihned k vypnutí procesu, ale aktivuje se tzv. doběh. Při doběhu dojedou jednotky na požadovanou pozici a na ní zůstanou. Řízení předávání krabiček poté ještě řídí dopravníky až do okamžiku, kdy je nutné jednotky spustit. V tomto okamžiku se celý proces přeruší a dalším stisknutí tlačítka T4 může být znova spuštěn tam, kde přestal.

Vyskytne-li se v průběhu procesu chyba, je nutné ho přerušit tlačítkem T5. Aby mohl být proces znova uveden do správného chodu, musí se z něj nejprve odebrat všechny předměty a poté stisknout tlačítko pro restartování. Poté se provede inicializace a proces je připraven pro nové spuštění.

6.3 Sledování a ovládání procesu operátorským panelem

Pomocí panelu TD 200C, lze poskytnout jen částečnou vizualizaci, která se omezuje na pouhé informování operátora pomocí zpráv. Pomocí nástroje Keypad Designer jsem vytvořil návrh rozložení tlačítek na dotykové ploše panelu viz. Obrázek 6.2. V návrhu jsem k původnímu rozložení kláves přidal klávesu F5 s funkcí tlačítka. Na klávesu F2 jsem přidal funkci pro zobrazení menu o stavu procesu a na klávesu F3 menu se změnou času pro odběr předmětů ze zásobníku. Na klávesu F5 jsem navázal funkci tlačítka Start a Stop. Stisknutí kláves Shift a F5 představuje tlačítko Start a samotné stisknutí klávesy F5 tlačítko Stop. Klávesa F1 slouží pro zapnutí plnění předmětů do oběhu procesu. Stiskem F1 se plnění zapne a společně s aktivovanou klávesou Shift se vypne. Klávesa F4 slouží k uvedení procesu do počátečního stavu.



Obrázek 6.2: Návrh rozložení tlačítek s funkcemi v Keypad Designer

Panel bude pracovat v módu uživatelského menu. Menu obsahuje 7 částí. V první části "Stav procesu" je možné sledovat, ve kterém stavu se proces nachází. Z možných stavů procesu mohou být "zapnuto", "vypnuto", "doběh" a "plnění". Na dalších obrazovkách jsou informace o významu jednotlivých kláves panelu. V další části "Poloha jednotek" se zobrazuje aktuální poloha posuvních jednotek. V položce menu "Zaplnění dopravníku" se zobrazují informace o počtu předmětů na dopravnících zásobníku i na dopravníku pro předávání předmětů. Část menu "Paměť FIFO" umožňuje prohlížet obsah paměti zásobníku v pořadí, v jakém budou předměty odebírány. V další položce menu "Volná pozice" se zobrazuje z výběru volného dopravníku pro vložení předmětu. Část "Nastavení"

výběru” slouží pro změnu doby odebírání předmětů ze zásobníku. V poslední části menu ”O aplikaci” jsou informace o procesu.

Pro oznámení chyb a významných situacích, které v procesu nastaly, se používají alarmy. Vytvořil jsem několik alarmů, které informují o chybách, které v procesu nastaly. Alarm se aktivuje v případě, že došlo ke špatnému počítání předmětů na dopravnících. Maximální počet předmětů na jednom dopravníku jsou 3 a minimální počet je 0. Další chybou procesu je přejezd jednotek za dopravník zásobníku č. 4. U těchto alarmů je vyžadováno jejich potvrzení a vyvolá-li se některý z nich, dojde k přerušení chodu procesu. Byl-li některý z těchto alarmů aktivován, je nutné uvést proces do původního stavu před spuštěním tzn. odebrat všechny předměty. Poté lze proces restartovat klávesou F4. Další významnou situací, na kterou je třeba upozornit je obsazení všech dopravníků zásobníku. Dopravník je obsazen, je-li předmět detekován snímačem (S12, S14, S16, S18) na jeho konci. V tomto případě se aktivuje alarm bez potvrzení.

Změna doby odebírání pomocí panelu je řešena tak, že na vstupu časovače pro odebírání není konstanta, ale adresa místa v paměti. Při vytváření obrazovky se u vložení adresy dat, která se mají zobrazovat na panelu, musí dále povolit možnost jejich změn. Na začátku programu se nastaví doba časovače na 2 sekundy.

Kapitola 7

Závěr

Cílem práce bylo seznámit se s řadou programovatelných automatů Simatic S7-200 od firmy Siemens včetně možností o rozšíření dalších funkcí přídavnými moduly. Ačkoliv jde o malé kompaktní automaty, lze je vzhledem k velkému množství přídavných modulů nasadit ve velkém množství různých aplikací. Pomocí modulů pro komunikaci lze automat připojit k různým typům průmyslových sběrnic i internetu. Pro vizualizaci procesu lze k automatu připojit operátorský panel, kterých je na výběr celá řada. Dalším cílem práce bylo realizovat model technologického procesu a jeho řízení pomocí programovatelného automatu Simatic S7-200 CPU 226 a možností jeho vizualizace na operátorském panelu TD 200C. K realizaci řídícího programu i vizualizace jsem použil software STEP7 MicroWIN. Program pro řízení jsem vytvořil pomocí žebříkového diagramu. Asi největším problémem bylo zastavení posuvné jednotky přesně na pozici u zásobníku. I při použití pulsně šířkové modulace byly rozdíly mezi žádanou a skutečnou polohou nedostačující. Jednotku tedy zabrzdíme tak, že detekuje-li snímač pozici na kterou má dojet, změní se směr otáčení motoru. Pohon pak běží v opačném směru pouze několik milisekund. Použitím brzdění protiproudem a vhodným nastavením polohy snímače, se docílí zastavení jednotky na požadované pozici s rozdílem cca 1 - 3mm.

Protože došlo ke značnému zpoždění při dodání modelu technologického procesu, vytvořil jsem program pro řízení společně s kolegou Janem Malým. Vzhledem ke krátké době pro vytvoření řídícího programu jsme nebyli schopni zcela odladit veškeré chyby a nedostatky programu. Při dodržení správném postupu však k chybám nedochází a proces probíhá bez problémů. Nejčastější příčinou chyb je vnější zásah do procesu. Kritickým místem, kde může dojít ke vzniku chyby je doplňování předmětů do oběhu procesu. Při nesprávném doplňování může dojít k detekci více předmětů, než bylo do oběhu skutečně vloženo, což vede k nesprávnému chodu procesu. Dále jsem realizoval sledování a ovládání průběhu

procesu operátorským panelem TD 200C. Z panelu je možné ovládat průběh procesu stejně jako pomocí tlačítek umístěných v rozváděči. Navíc lze měnit i dobu odebírání předmětů ze zásobníku a restartovat průběh procesu v případě výskytu chyby. V rámci možností se pokusíme ještě do samotné obhajoby odstranit některé nedostatky programu a ošetřit možné chyby procesu.

Literatura

- [1] *Bayer, J.; Hanzálek, Z.; Šusta, R.: Logické systémy pro řízení*
Vydavatelství ČVUT, Praha 2000
- [2] *Text Display (TD) User manual*
<http://www.siemens.cz/>
- [3] *S7-200 Programmable Controller System Manual*
<http://www.siemens.cz/>
- [4] *Články časopisu Automa*
<http://www.automa.cz/>
- [5] *Oficiální stránky firmy Siemens*
<http://www.siemens.cz/micro/>
- [6] *Stránky firmy Uzimex*
<http://www.uzimex.cz/>
- [7] *Stránky firmy Sick*
<http://www.sick.cz/>

Příloha A

Přípravky pro pomocné obvody

Tabulka A.1: Použité součástky

Název	Typ	Popis	Počet
Relé	Finder 4031	1x přepínací	12
	Finder 4052	2x přepínací	4
Patice pro relé	F9513	pro relé Finder 4031	12
	F9515	pro relé Finder 4052	4
Dioda	1N4007		16
Svorkovnice	MV25	roteč 5,08 mm - 2 kontakty	31
		roteč 5,08 mm - 3 kontakty	3
Pojistkový držák	KS20 170		2
Krabička na DIN lištu	WEB1001 - B1	bočnice 12,8 mm	6
	WEB1001 - B2	lamela 22,5 mm	1
	WEB1001 - B4	lamela 44,8 mm	11
	WEB1001 - B5	klips 23 mm	6
Tlačítko	P-0SEB	zelené tlačítko s LED bez aretace	2
	P-0SRB	červené tlačítko bez aretace	2
	P-1SRB	zelené tlačítko s aretací	2
	P-1SRB	červené tlačítko s aretací	2

Příloha B

Označení vstupů a výstupů automatu

Tabulka B.1: Označení vstupů a výstupů

Název	Označení	Popis	Název	Označení	Popis
T1	I0.0	Vstup - tlačítko	S14	I1.2	Vstup - snímač
T2	I0.1	Vstup - tlačítko	S15	I0.7	Vstup - snímač
T3	I0.2	Vstup - tlačítko	S16	I1.0	Vstup - snímač
T4	I0.3	Vstup - tlačítko	S17	I2.7	Vstup - snímač
T5	I0.4	Vstup - tlačítko	S18	I0.6	Vstup - snímač
T6	I0.5	Vstup - tlačítko	M1	Q1.2	Výstup - pohon motoru
S1	I1.7	Vstup - snímač	M2	Q1.3	Výstup - pohon motoru
S2	I2.0	Vstup - snímač	M3	Q1.0	Výstup - pohon motoru
S3	I2.3	Vstup - snímač	M4	Q1.1	Výstup - pohon motoru
S4	I2.4	Vstup - snímač	M5	Q0.0	Výstup - pohon motoru
S5	I2.1	Vstup - snímač	M6	Q0.1	Výstup - pohon motoru
S6	I2.2	Vstup - snímač	M7	Q0.2	Výstup - pohon motoru
S7	I2.5	Vstup - snímač	M8	Q0.3	Výstup - pohon motoru
S8	I2.6	Vstup - snímač	M9	Q0.4	Výstup - pohon motoru
S9	I1.5	Vstup - snímač	Z1	Q1.6	Výstup - změna směru
S10	I1.6	Vstup - snímač	Z2	Q1.3	Výstup - změna směru
S11	I1.3	Vstup - snímač	Z3	Q1.4	Výstup - změna směru
S12	I1.4	Vstup - snímač	Z4	Q1.5	Výstup - změna směru
S13	I1.1	Vstup - snímač			

Příloha C

Obsah přiloženého CD

- tato práce ve formátu pdf
- Adresář - Fotografie modelu
- Adresář - Přiložené projekty
 - model.pdf
 - rozvadec.pdf
- Adresář - Zdrojové soubory
 - Podadresář - Step7
 - * program.mwp
 - * keypad.td2
 - Podadresář - Eagle
 - * plosnyspoj1.brd
 - * plosnyspoj2.brd
 - * plosnyspoj3.brd

Příloha D

Použité projekty a software

- Použitý software
 - STEP7 MicroWIN V4
 - Eagle
- Použité projekty
 - Zapojení rozvaděče
 - Technické výkresy modelu