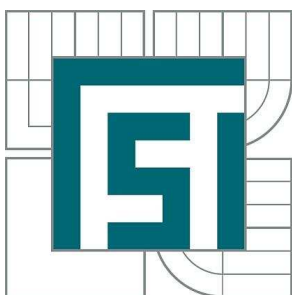


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

MODELÝ PROCESŮ V PROSTŘEDÍ CONTROL WEB 6

PROCESS MODELS IN CONTROL WEB 6

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

ONDŘEJ JIRČÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. TOMÁŠ MARADA, Ph.D.

BRNO 2011

Zadání závěrečné práce

(na místo tohoto listu vložte originál a nebo kopii zadání Vaší práce)

Licenční smlouva

(na místo tohoto listu VLOŽTE vyplněný a podepsaný list formuláře licenčního ujednání)

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem a realizací dvou nových výukových modelů. Modely jsou realizovány ve vývojovém prostředí Control Web 6 od české firmy Moravské přístroje. Pro názornost funkčnosti modelů je využit programovatelný automat Siemens Simatic S7 – 200 CPU224XP připojený přes DataLab IO k PC.

ABSTRACT

The aim of this bachelor work is to propose and create two new educational models. The models are realized in the development system Control Web 6 produced by the Czech company Moravské přístroje. For showing a functionality of the models the stored-program controller Siemens Simatic S7 - 200 CPU224XP, connected to PC through DataLab IO, was used.

KLÍČOVÁ SLOVA

Control Web, DataLAB IO, PLC, Model

KEYWORDS

Control Web, DataLAB IO, PLC, Model

Bibliografická citace mé práce:

JIRČÁK, O. *Modely procesů v prostředí Control Web 6*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 59 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Tomáš Marada, Ph.D..

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat za pomoc panům Ing. Tomáši Maradovi, Ph.D. a Ing. Danielu Zuthovi za pomoc a rady, které mi poskytli při tvorbě práce.

Obsah:

Titulní stránka.....	1
Zadání závěrečné práce	3
Licenční smlouva.....	5
ABSTRAKT.....	7
KLÍČOVÁ SLOVA.....	7
Bibliografická citace mé práce:.....	9
Poděkování.....	11
1. Úvod.....	15
2. Control web	17
2.1. Co je Control web?.....	17
2.2. Vývojová prostředí.....	17
2.3. DataLab IO.....	18
3. PLC Siemens Simatic S7 – 200.....	25
3.1. Specifikace CPU224XP	25
3.2. Popis CPU224XP	26
4. Edu-modely.....	27
4.1. Suport.....	27
4.2. Křižovatka.....	28
4.3. Mísící jednotka.....	28
4.4. Pračka.....	29
4.5. Energetická jednotka.....	30
5. Práce na modelech.....	33
5.1. Tvorba modelů	33
5.1.1. Automatický linka na výrobu palivového dřeva	33
5.1.2. Zásobník vody	42
5.2. Funkčnost modelu	45
5.2.1. Řízení dřevo linky	47
5.2.2. Řízení nádrže.....	49
6. Závěr	55
Seznam použité literatury:	57
Seznam příloh:.....	59

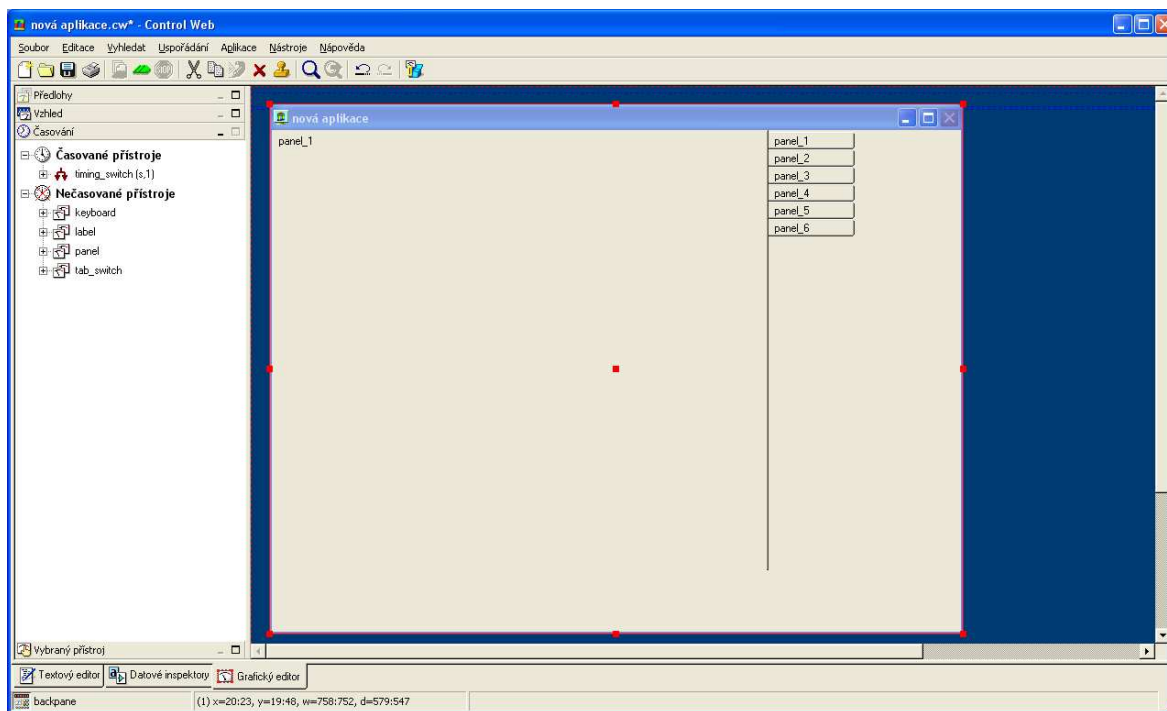
1. Úvod

Modely průmyslových strojů tvoří hlavní a mnohdy i jedinou možnost, jak se studenti mohou s fungováním strojů seznámit. Hlavními důvody jsou finanční náročnost a nezanedbatelné rozměry průmyslových strojů, které by školy stěží umístily do svých laboratoří. Proto jsou modely často jedinou možnou pomůckou, kterou při výuce využívají. V dnešní době není prakticky problém jakýkoliv stroj vytvořit v počítačové podobě. Programů pro tvorbu modelů je na trhu mnoho, nevýhodou bohužel zůstává, že se ve většině případů pohybují ve vyšší cenové relaci. V konečném důsledku ale bývají modely mnohonásobně levnější než skutečné stroje.

2. Control web

2.1. Co je Control web?

Control web byl a stále je cenově zajímavý, a proto je využíván k různorodým účelům a to nejenom u rozsáhlých aplikací. Používá se ve velkých i malých firmách, školách, vědě a výzkumu. Postupem času se struktura typických aplikací změnila. Ubylo aplikací, kde je požadováno pouze řízení s vizualizací a sběrem dat. Dnes už je samozřejmostí požadavek webového rozhraní. Dále pak už bývá v současnosti většina systémů zapojena bezdrátově do počítačových sítí, kde obvykle dochází ke spolupráci s jinými databázovými informačními systémy. Čím dál tím větší výhodu představuje, že i malý vestavěný systém umí komunikovat veškerými komunikačními kanály a jeho programové vybavení pracuje s komunikačními standardy pro výměnu dat. I malé řídicí jednotky obsahují Ethernet, USB, Wi-Fi, Bluetooth a mohou obsahovat internetový HTTP server. Ale také nyní webový klient umí odesílat e-maily, odesílat a přijímat SMS zprávy, komunikovat přes GPRS, samozřejmostí je spolupráce s technologií Plug-and-Play. V některých případech dokáže malý a levný průmyslový počítač zastoupit práci dvou zařízení - PLC a počítače pro operátorské řízení. Poté vzniká výhoda jednoho zařízení, pro které se musí tvořit aplikace. Control web je multifunkčním programem, který dokáže prakticky cokoli, co od něj potřebujeme. [1]



1. obr. Vývojové prostředí Control Web 6.1 Express

2.2. Vývojová prostředí

Control Web Express slouží pro menší a jednodušší aplikace s malými nároky na datové elementy. Control Web Express se liší oproti klasickému Control Webu pouze v pár funkcích uvedených v tabulce. Ke Control Web Express lze dokoupit ovladače řady Express, které jsou

levnější než klasické ovladače. Ale nevýhodou je, když bychom chtěli tyto ovladače využít u základní verze Control Webu tak je nelze využít. [2]

Vlastnosti	Control Web Express	Control Web
Počet panelů	1	neomezeně
Počet přístrojů (včetně panelů)	32	neomezeně
Počet kanálů	32*	neomezeně
Počet všech datových elementů	64*	neomezeně
Počet ovladačů	1	neomezeně
Přímé kanály	ne	ano
Statické proměnné v přístrojích	ne	ano
Sekce archive	ne	ano
Sekce alarm	ne	ano
Sekce alarm_and_archive	ne	ano
Dovoz a vývoz sekcí (scope)	ne	ano
Vývoz modulu (scope)	ne	ano
Dovoz modulu (import)	ne	ano
Modulární aplikace	ne	ano
Síťové aplikace	ne	ano
Knihovny	ne	ano
Počet instancí runtime na jednom PC	1	neomezeně
Nedostupné přístroje	active_x, alarm_viewer, draw, httpd, library, sql, table, 3D přístroje, přístroje pro statistické řízení procesů	-
Možnost použití ovladačů řady Express	ano	ne

Tab. 1 Porovnání funkcí mezi Control Web a Control Web Express [2]

2.3.DataLab IO

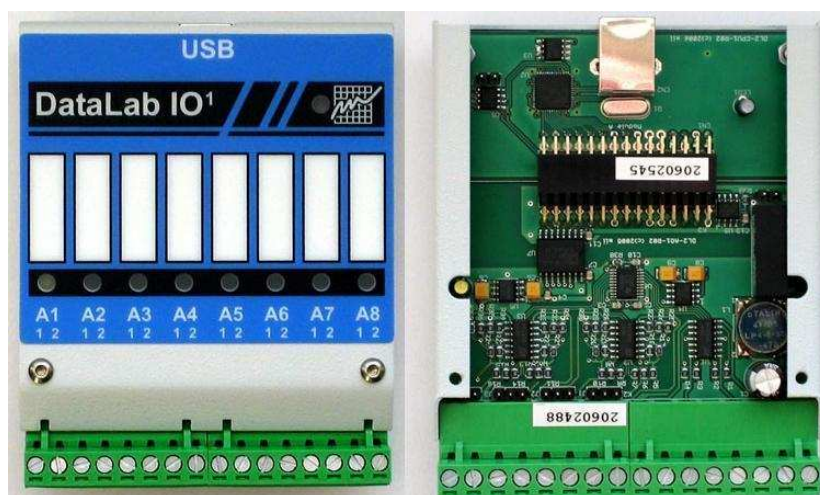
DataLab IO je vstupní/výstupní jednotka určená pro práci v průmyslu. Jednotka je koncipována modulárně, což přináší velké výhody, že si přizpůsobíme DataLab IO podle své potřeby. Jednotky mohou obsahovat 1, 2 nebo 4 pozice pro vstupní/výstupní moduly. Například lze vkládat do pozic analogové nebo digitální vstupy a výstupy, čítače, měření teploty pomocí PT100/PT1000 a mnoho dalších. Pro chod jednotky není třeba, aby byly všechny pozice obsazeny. K jednomu PC může být připojeno více jednotek. Jejich počet není nijak omezen, pouze to závisí na PC, kolik obsahuje USB nebo Ethernetu. DataLab IO lze připojit i pomocí rozbočovačů USB nebo switchu. Pro komunikaci lze využít DataLab IO s Ethernetem nebo USB.

DataLab IO s Ethernet komunikací se vyrábí pouze ve verzi se 4 pozicemi. Hlavní výhodou je mnohem větší vzdálenost mezi komunikující jednotkou a PC. Za použití jednoho kabelu lze komunikovat na 200 metrů, nebo při využití bezdrátové komunikace lze tuto vzdálenost mnohonásobně zvětšit. Díky tomu, že jednotka komunikuje pomocí protokolu TCP/IP, který lze přenášet pomocí různých počítačových sítí, vzdálenost jednotky od PC není téměř limitovaná.

Nevýhodou je nutnost přivádět napájecí napětí pro činnost jednotky a potřebná konfigurace komunikace protokolu.

DataLab IO s USB komunikací se vyrábí ve verzích s 1, 2, 4 pozicemi pro vstupní/výstupní moduly.

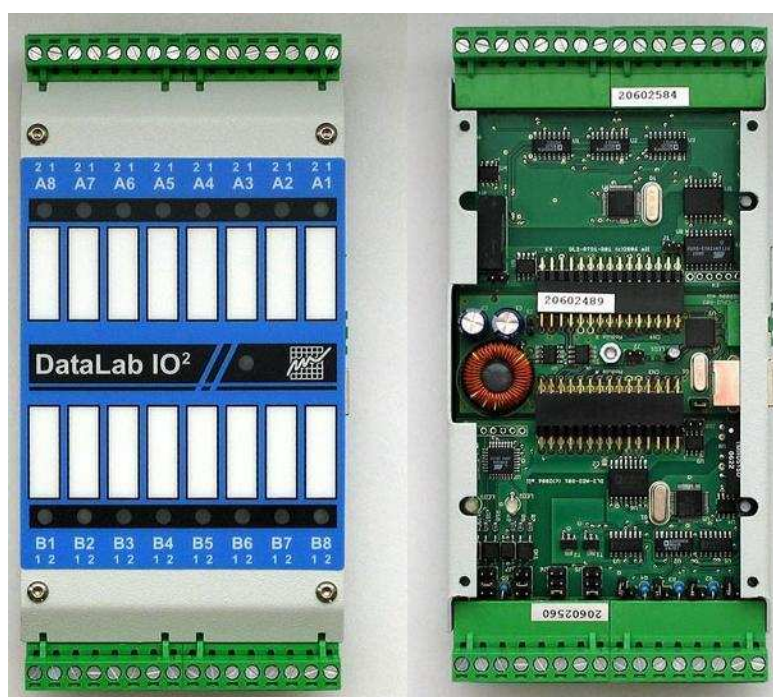
DataLab IO¹



2. obr. Vlevo DataLab IO¹ v zakrytém stavu a vpravo v odkrytém stavu

Nepotřebuje externí zdroj, protože spotřeba modulů nepřesahuje 500 mA, které USB sběrnice je schopná dodat. Jednotka tedy pouze obsahuje USB konektor.

DataLab IO²



3. obr. Vlevo DataLab IO² v zakrytém stavu a vpravo v odkrytém stavu

Jednotky DataLab IO² a ⁴ mohou pracovat ve 2 módech. Napájeny mohou být pouze z USB nebo s externím napájením, ale to záleží na spotřebě proudu u vložených modulů. Tedy jednotky obsahují konektor pro externí napájení a USB konektor.

DataLab IO⁴

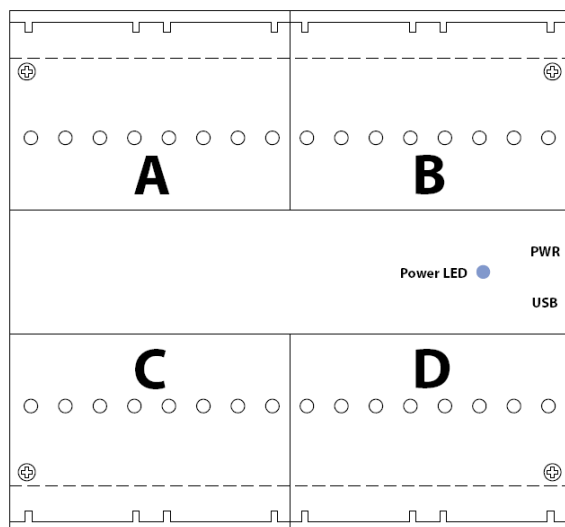


4. obr. Vlevo DataLab IO² v zakrytém stavu a vpravo v odkrytém stavu

USB sběrnice přináší mnoho výhod, jako je univerzálnost připojení. Téměř všechny počítače na světě dnes už obsahují USB 1.1 nebo 2.0. Pro komunikaci bohatě postačuje USB 1.1, který má rychlost přenosu 12 Mbps. Veškerá nastavení se provede automaticky díky technologii Plug and Play, která zařídí instalaci ovladače. Nevýhodou USB sběrnice je maximální délka použitého jednoho samostatného kabelu, který je 5 metrů. DataLab IO se připojuje k PC pomocí USB A a USB B k DataLabu, což zabrání špatnému připojení po fyzické stránce. [3], [4], [5]

V práci byly využity tyto specifikace:

DataLab IO⁴ /USB – 02 (CPU-R05) připojen pomocí USB bez externího napájení (sériové číslo: 2098062)



5. obr. Schéma DataLabu IO⁴ s USB

Jednotka je osazena moduly takto:

Slot A: DI1H	(DL2 – DI1 – R01)	sériové číslo: 20703199
Slot B: DO1	(DL2 – DO1 – R02)	sériové číslo: 21010710
Slot C: AI3	(DL2 – AI3 – R01)	sériové číslo: 20804770
Slot D: AO1	(DL2 – AO1 – R02)	sériové číslo: 20806259

DI1H

Jedná se o digitální vstupní modul s 8 galvanicky oddělenými kanály. Modul je vyráběn ve dvou verzích DI1L pracující s napětím na vstupu 0 – 18V při odporu vstupním 1kΩ a verzí DI1H pracující s napětím 0 – 35V při vstupním odporu 4,8kΩ. Úroveň napětí pro vyhodnocování FALSE (0) a TRUE (1):

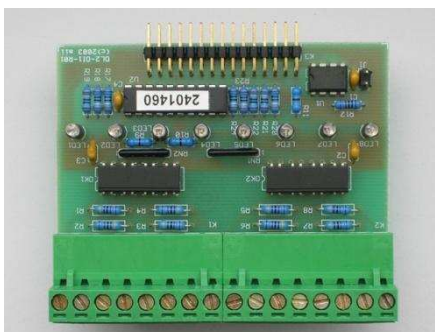
Parametry vstupů DI1L:

- 0 – 1V → FALSE (logická nula)
- 3 – 18V → TRUE (logická jednička)
- Mezi 1 – 3V → je hodnota neurčitá

Parametry vstupů DI1H:

- 0 – 3V → FALSE (logická nula)
- 8 – 35V → TRUE (logická jednička)
- Mezi 3 – 8V → je hodnota neurčitá

Modul může také číst i AC napětí, protože u vstupů nezáleží na polaritě napětí. [6], [7]



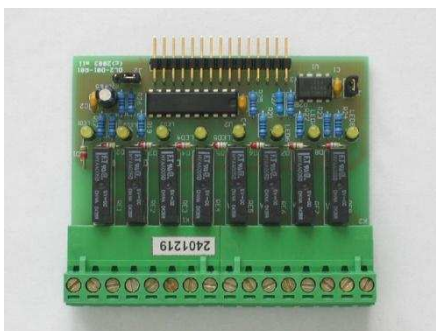
6. obr. Digitální vstupní modul DI1

DO1

Jedná se o digitální výstupní modul, který je osazen 8 relé s mezními hodnotami:

- Napětí mezní 230V AC při zátěži 3A
- Napětí mezní 30V DC při zátěži 3A

Mechanická životnost relé je předpokládaná výrobcem 100 000 sepnutí a elektrická 20 000 000 sepnutí. Maximální rychlost spínání je dána druhem užití relé a přesahuje 50 Hz. [6], [7]



7. obr. Digitální výstupní modul DO1

AI3

Jedná se o analogový vstupní modul pro měření běžných průmyslových rozsahů s 16-bitovou digitalizací. Vstupy jsou galvanicky oddělené a bipolární.

Měřicí rozsah analogových vstupů:

Rozsah	Napěťový rozsah	Proudový rozsah
0	Měření vypnuto	Měření vypnuto
1	$\pm 10V$	Nelze použít
2	$\pm 5V$	Nelze použít
3	$\pm 2V$	$\pm 20mA$
4	$\pm 1V$	$\pm 10mA$
5	$\pm 0,5V$	$\pm 5mA$
6	$\pm 0,2V$	$\pm 2 mA$
7	$\pm 0,1V$	$\pm 1 mA$
8	Měření vypnuto	Měření vypnuto
9	0 až 10V	Nelze použít
10	0 až 5V	Nelze použít
11	0 až 2V	0 až 20mA
12	0 až 1V	0 až 10mA
13	0 až 0,5V	0 až 5mA
14	0 až 0,2V	0 až 2mA
15	0 až 0,1V	0 až 1mA

Tab. 2 Parametry analogového vstupního modulu AI3

Výrobce přednastavil hodnotu v rozsahu $\pm 10V$. U každého kanálu na desce plošného spoje je jumper. Jumper slouží k propojení snímacího odporu 100Ω měnící napětový rozsah na rozsah proudový. Pro každý kanál lze definovat měřící rozsah zvlášť a měnit ho za chodu programu. Nelze volit mezi napětovým a proudovým rozsahem. To lze pouze před startem programu na desce plošného spoje pomocí jumperu. Modul je schopen i vypínat jednotlivé kanály. Tím lze výrazně ovlivnit rychlost měření. Modul dodává nová data s frekvencí 50Hz na kanál. Tedy když je zapojeno všech 8 kanálů, frekvence klesne na 6,25Hz. [6], [7]



8. obr. Analogový vstupní modul AI3

AO1

Jedná se o analogový výstupní modul s 8 kanály o rozsahu 0 – 10V. Modul je osazen 12 bitovým D/A převodníkem, kterému odpovídá 2,5mV na jeden krok. 12 bitové rozdělení se rovná 4096 změnám. Pokud bychom využili celý rozsah, dostali bychom napětí 10,24V při kroku 2,5mV. Pokud je nutno zajistit, aby napětí nepřesáhlo 10V, tak je toto omezení nutno vytvořit v programu. Čtyři kanály lze přepnout, pokud je zapotřebí z napětového na proudový rozsah (0 – 20mA) pomocí jumperů na desce s plošným spojem. [6], [7]



9. obr. Analogový výstupní modul AO1

3. PLC Siemens Simatic S7 – 200

Zkratka PLC pochází z anglického názvu Programmable Logic Controller. Firma Siemens patří mezi přední výrobce programovatelných automatů na světě. Celosvětový podíl značky na trhu je 30%. Simatic S7 – 200 patří do kategorie mezi malé programovatelné automaty. Vyrábějí se v 5 verzích, které se liší v počtu vstupů, výstupů, velikostí paměti a také v možném počtu rozšiřujících modulů. Verze automatů: CPU221, CPU222, CPU224, **CPU224XP – využít v práci**, CPU226. [8]

3.1.Specifikace CPU224XP

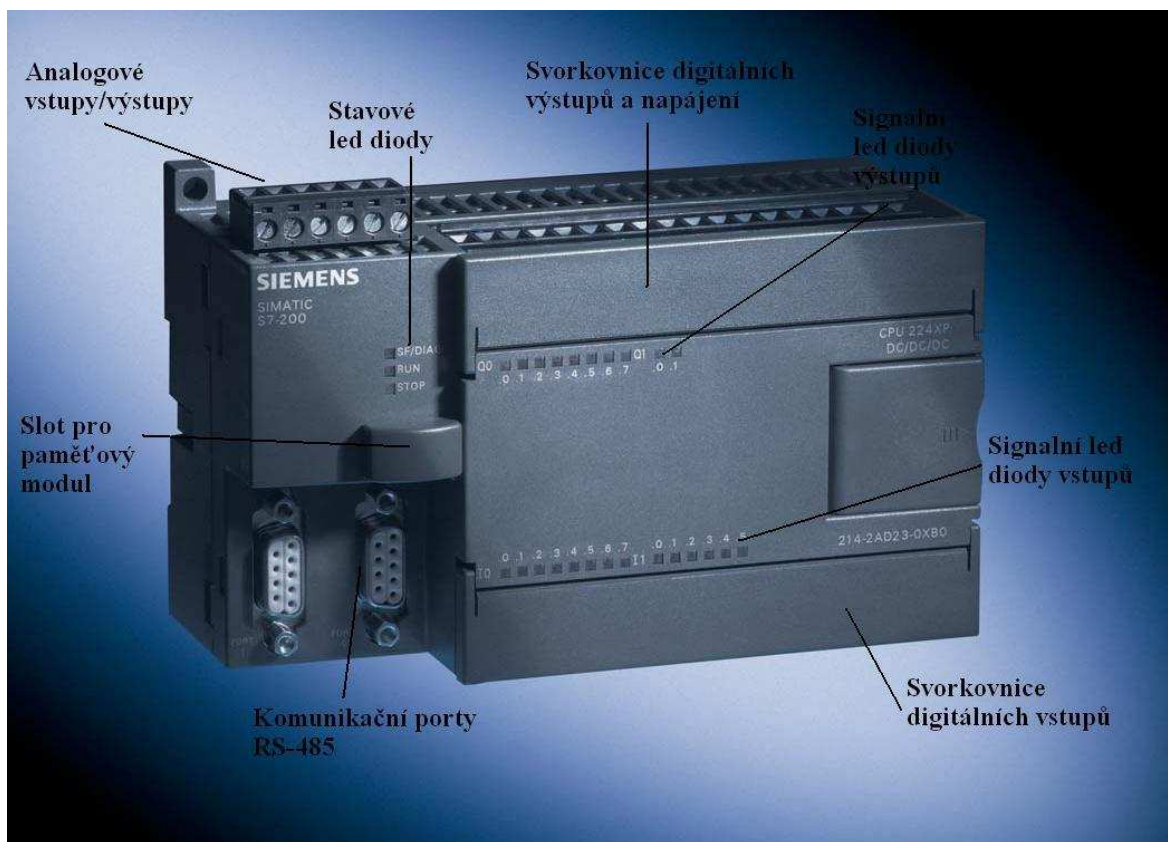
I/O	Vstupy I (D/A)	Výstupy O (D/A)	Napájení DC	Rozšiřující moduli
24	14/2	10/1	24V	7

Tab. 3 Parametry PLC Siemens Simatic S7 – 200 CPU224XP

- Rozměry: 140 x 80 x 62 mm
- Paměť pro program: 12 288/16384 bytů
- Paměť pro data: 10240 bytů
- Vysokorychlostní čítače: celkem 6, 2x200kHz
- Pulzní výstupy (DC): 2 při 100kHz
- Analogové potenciometry: 2x
- Komunikační porty: 2 x RS-485
- Hodiny reálného času: Zabudované
- Maximální počet I/O: 168

[9], [10]

3.2. Popis CPU224XP



Obr.10 Popis PLC Siemens Simatic S7 – 200 CPU224XP

- Komunikační porty RS-485 slouží ke komunikaci mezi PC a automatem
 - Svorkovnice digitálních vstupů slouží pro připojení vstupních signálů
 - Signální led diody vstupů zobrazují vstupní signál (při logické jedničce se led dioda rozsvítí, pro logickou nulu je led dioda zhaslá)
 - Svorkovnice digitálních výstupů slouží pro připojení výstupních signálů
 - Signální led diody výstupů zobrazují výstupní signál (při logické jedničce se led dioda rozsvítí, pro logickou nulu je led dioda zhaslá)
 - Stavové led diody při rozsvícené diodě se zobrazuje režim, v jakém se automat nachází (RUN, STOP, SF/DIAQ)
 - Analogové vstupy a výstupy slouží pro připojení analogových signálů
 - Slot pro paměťový modul slouží pro připojení paměti
- [9], [10]

4. Edu-modely

Edu-modely jsou modely technických procesů, které slouží k praktické výuce a realizaci pomocí programovatelných automatů, řídicími počítači, stavebnicemi logických obvodů. Modely se vyrábějí ve dvou verzích a to 5V a 24V.

Modely ve verzi 24V umožňují univerzální využití a lze je připojit ke kterémukoliv PLC. Signály vstupů a výstupů jsou definovány proti společnému zápornému vodiči. Pro docílení opačné polarity lze docílit přizpůsobovacími členy.

Modely ve verzi 5V pracují s TTL logikou, které umožňují připojení k logickým automatům na bázi stavebnic číslicových IO, programovatelných polí. [11]

4.1. Suport

Model suportu znázorňuje pohyby suportu u soustruhu.

Funkce modelu

Pohyb suportu je znázorněn pomocí deseti led diod. Čtyři led diody představují snímače polohy K1 až K4. Model je řízen pomocí tří vstupních signálů. Vstupní signál EM1 ovládá pohyb vpřed, signál EM2 ovládá pohyb vzad a signál EM3 ovládá rychlost pohybu (pracovní rychlost/rychloposuv)

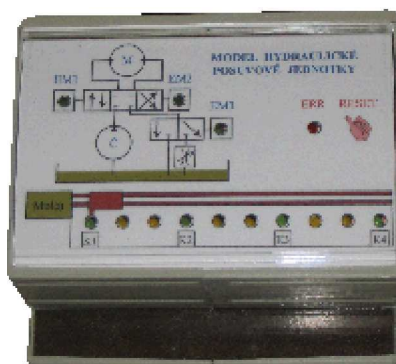
Inicializační stav

Po zapnutí nebo restartování (tlačítko "RESET"), je automaticky nastaven na počátek, to je na místo snímače K1.

Chybová hlášení

Model umí vyhodnocovat dva druhy funkčních chyb:

- Překročení krajních snímačů K1 a K4. Dojde k rozsvícení červené led diody ERR a zelené led diody K1 až K4. Model lze vrátit zpět do výchozího stavu stisknutím resetovacího tlačítka.
- Současné sepnutí EM1 a EM2 indikační dioda ERR bliká. Pro odstranění chybového stavu lze pouze odstranit chybový stav, poté model pokračuje v činnosti. [12]



Obr. 11 Edu-model suportu

4.2. Křižovatka

Model křižovatky se snaží znázornit model křižovatky a představit její možnosti řízení.

Funkce modelu

Model křižovatky v sobě neobsahuje procesorovou jednotku (pasivní model). LED diody zobrazující stavy (barvy semaforu) jsou přímo připojeny na výstupní kanály PLC. [13]



Obr. 12 Edu-model křižovatky

4.3. Mísicí jednotka

Model mísicí jednotky se snaží přiblížit způsob řízení míchacích zařízení a další podobný.

Funkce modelu

Mísicí jednotka obsahuje uvnitř procesorovou jednotku (aktivní model), která se stará o reálný chod jednotky, ovládá LED diody a chybová hlášení. Model obsahuje 3 tanky (2 stejné o objemu 84 litrů s třemi diodami a 1 o objemu 84 litrů s dvěma diodami), 5 ventilů a mísicí nádobu s mixerem. Jakmile se otevřou ventily SV1 až SV3, začnou se plnit tanky rychlostí 6 l/s. Hladinoměry

H1 až H8 snímají v tancích hladinu. Rozvržení hladinoměrů:

- Dolní snímače H3, H5 a H8 signalizují minimální hladinu cca 10 litrů.
- Střední snímače H2 a H7 signalizují polovinu tanků.
- Horní snímače H1, H4 a H6 signalizují plný tank.

Mísicí nádoba pojme 283 litů a přítok skrz SV4 a odtok skrz SV5 je 18 l/s

Inicializační stav

Po zapnutí nebo restartování (tlačítko "RESET"), je automaticky nastaven na počáteční stav a to znamená, že všechny nádoby jsou prázdné. Přitom se rozblíká červená LED dioda (ERR), která při aktivaci některého z SV ventilů zhasne.

Chybová hlášení

Při překročení maximální hladiny kteréhokoliv tanku nastane chyba (rozsvítí se červená dioda ERR). Jednotka se vrátí do původního stavu vždy při stisku tlačítka "RESET". [14]



Obr. 13 Edu-model míšící jednotky

4.4. Pračka

Model pračky se snaží přiblížit způsob řízení pračky, které jsou téměř ve všech domácnostech.

Funkce modelu

Model pračky je ovládán 6 výstupy, které jsou zobrazovány na čelním panelu. Dva výstupy znázorňují otáčení bubnu. Pohyb je zobrazován na LED diodách uspořádaných do kruhu (postupně se přepínají do kruhu). Na rychlosti přepínání také záleží, jestli je výstup OTÁČKY nastaven na 0 nebo 1 (0 = praní, 1 = ždímání). Model dokáže také simulovat napouštění, vypouštění a ohřev vody (počítá se i s chladnutím vody). Napouštění je zobrazováno na panelu LED diodou VODA, pro znázornění vypouštění slouží ČERPADLO a pro ohřev vody TOPENÍ. Napouštěná voda je zobrazovaná ve dvou stavech (50% a 100% hladiny). Ohřívaná voda je zobrazována pomocí čtyř LED diod (30, 40, 60 a 90°C). Z důvodu toho, že se jedná o model, doby ohřevu jsou zkráceny (90°C trvá cca 60s).

Inicializační stav

Po zapnutí nebo restartování (tlačítko “RESET“), je automaticky nastaven na počáteční stav, to je hladina nulová a vše vypnuto.

Chybová hlášení

Model rozlišuje dva druhy chyb (opravitelné a neopravitelné).

- Opravitelná chyba nastává tehdy, když současně přijdou signály na BUBEN VPRAVO a BUBEN VLEVO. Buben pračky se přestane otáčet a začne blikat červená LED dioda (ERR). Po odstranění chyby se buben zase začne otáčet.
- Neopravitelná chyba může nastat ve dvou případech. Když prací vana přeteče a teplota vody stoupne nad 90°C. Chyba je indikována svítící LED diodou (ERR) červené barvy. Pro odstranění chyby je zapotřebí zmáčknout resetovací tlačítko (RES).



Obr. 14 Edu – model pračky

4.5. Energetická jednotka

Model energetické jednotky simuluje řízení spotřeby energie. Tento model zatím ve školní laboratoři **chybí**.

Funkce modelu

Model energetické jednotky obsahuje vlastní inteligenci (aktivní model). Model je řízen libovolným systémem s logickými signály, které mohou podle zvoleného programu blokovat čtyři náhodně spínané odběrové kanály. Řízení odpojování kanálů může být realizováno pomocí PLC výstupů. Pátou odběrovou větev nelze vypnout (má stálý příkon). Procesor simuluje funkci impulsního elektroměru a model generuje synchronizační signál, který slouží k řízení měření spotřeby. Interval měření je zkrácen na 5 minut.

Inicializační stav

Po zapnutí nebo restartování (tlačítko “START”), je automaticky nastaven na počáteční stav, kdy je vygenerován synchronizační impuls a spustí se program náhodného spínání kanálů s časovým rastrem 10s .

Chybová hlášení

- Příkony spínaných kanálů jsou 10kW, v případě 20kW
- Synchronizační signál je vysílán po 5 minutách, délka impulsu je 1s.
- Impulsní elektroměr vysílá impulsy s frekvencí úměrnou, okamžitému odběru:
 - příkon 10,8 kW → 1Hz
 - příkon 21,6 kW → 2Hz
 - příkon 32,4 kW → 3Hz
 - příkon 43,4 kW → 4Hz



Obr. 15 Edu – modely energetická jednotka

5. Práce na modelech

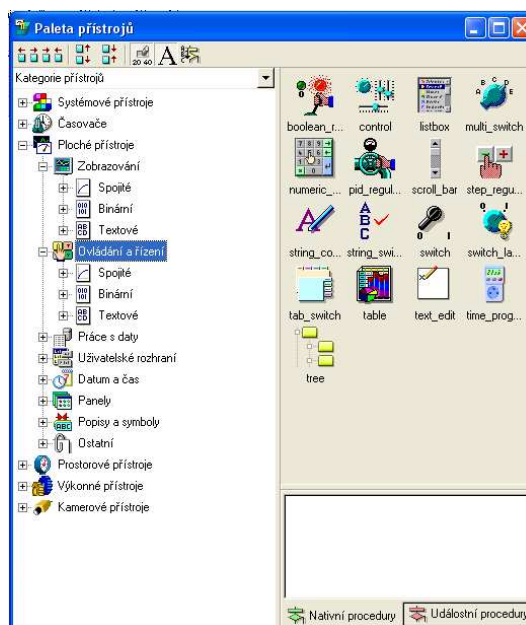
5.1. Tvorba modelů

5.1.1. Automatická linka na výrobu palivového dřeva

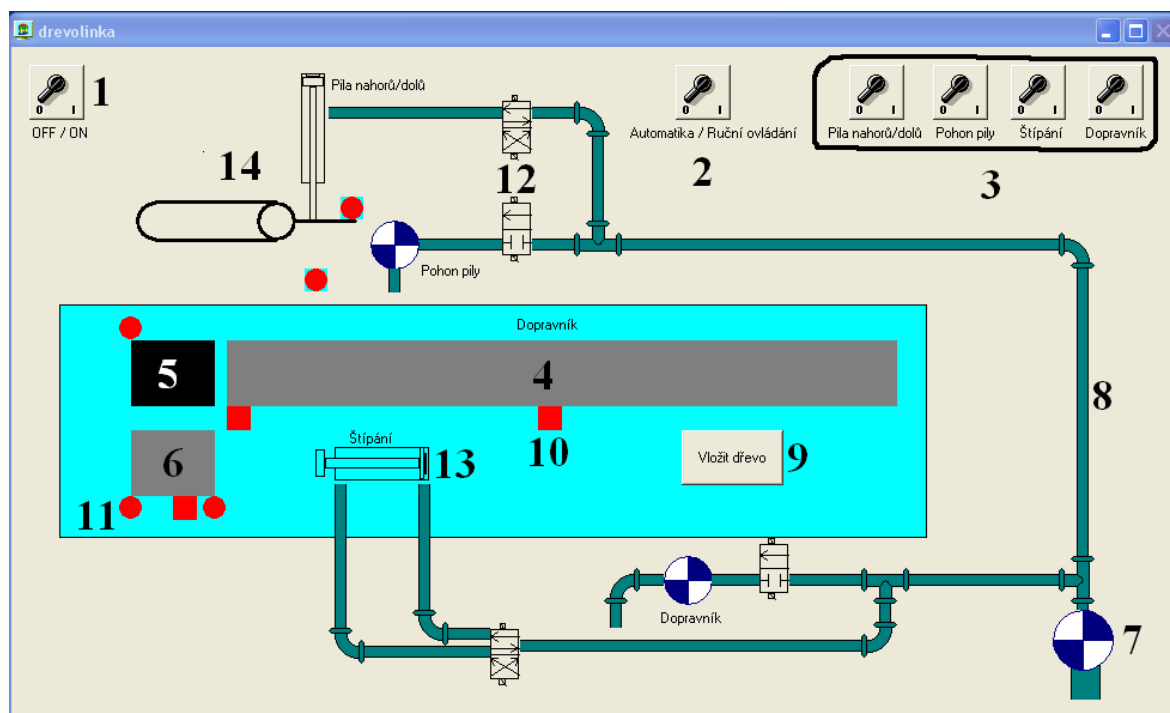
Model automatické linky na výrobu palivového dřeva jinak nazývaný v práci **dřevo linka** znázorňuje reálnou aplikaci. Linka je řízena pomocí 8 výstupů a 4 vstupů (z DataLabu), které byly zvoleny z důvodu možnosti využití Siemens LOGO (obsahuje 8 vstupů, 4 výstupy) při výuce programovatelných automatů bez rozšiřujících modulů a možností dalších PLC.

Grafické prvky:

Při volbě grafických prvků pro zobrazování. Prvky byly vybírány z “Palety přístrojů” ve vývojovém prostředí Control Web 6.



Obr. 16 Paleta přístrojů



Obr. 17 Automatická linka na palivové dřevo (očíslována)

Pro prvky 1, 2, 3 byl zvolen binární přepínač. Ploché přístroje → Ovládání a řízení → Binární → Switch.

1)

Přepínač složí k zapnutí a vypnutí hydročerpadla (7), které dodává tlakový olej hydromotorům. Prvek imituje zapnutí přívodu elektrické energie pro elektromotor, který točí s hydročerpadlem. Prvky 2 a 3 jsou v neviditelném módu, dokud nedojde k zapnutí spínače jedna.

2)

Přepínač slouží k ovládání způsobu řízení dřevo linky. Způsob řízení je buď automaticky, který se nachází ve výchozí poloze přepínače, nebo ručnímu režimu ovládání.

Při nastavení ručního ovládání jsou 4 přepínače (skupina přepínačů 3) zobrazeny, jinak jsou skryty.

3)

Přepínače složí k ručnímu řízení modelů. Pila nahoru/dolů ovládá pilu (14), rozvaděče a potrubí. Ve větvi za rozvaděčem imitující tok tlakového oleje. Pohon pily ovládá hydromotor stejně pojmenovaný a tok tlakového oleje v potrubí za rozvaděčem. Třetím přepínačem dochází k ovládání štípacího pístu pojmenovaného Štípání (13). Když dojde k přepnutí přepínače, tak se přepne rozvaděč a začne se píst vysouvat. Po přepnutí do původní polohy se rozvaděč vrátí zpět a píst se začne vracet zpět. Poslední přepínač ovládá rozvaděč dopravníku, potrubí za ním a hydromotor nazývaný Dopravník, který posouvá dřevo k pile.

Pro prvky 4, 5, 6 byl zvolen vodorovný sloupový zobrazovač. Ploché přístroje → Zobrazování → Spojité → Meter.

4)

Pro zobrazení vloženého dřeva a jeho pojezdu, které má být rozřezáno, slouží prvek nazvaný Dopravník. Dřevo je zobrazeno pomocí černé barvy a prázdný dopravník je zobrazen šedě. Dřevo na dopravníku je posouváno doleva k pile.

5)

Zobrazovač slouží pro zobrazení příjezdu odřezávaného dřeva. V tomto případě bylo zapotřebí změnit směr zobrazení jízdy dřeva zprava doleva (zobrazovač umí pouze zleva doprava). Proto byl zvolen způsob zobrazení v opačném způsobu zobrazení barev (při maximálním zobrazení = 500 → je celá plocha zobrazena šedě). Po odříznutí dřeva, dřevo padá do štípacího kanálu.

6)

Zobrazovač slouží pro zobrazení štípání uříznutého dřeva. Dřevo je zobrazeno o půl sekundy déle, než je uříznuto (14). To by mělo imitovat proces přemístění (pádu) dřeva do štípacího kanálu. Když je zobrazeno dřevo na dopravníku začne se pohybovat štípací píst a dochází k posouvání dřeva zprava doleva.

7)

Pro zobrazení hydročerpadla a hydromotorů byl zvolen motor rotující doleva. Ploché přístroje → Zobrazování → Binární → Engine. První motor znázorňuje hydročerpadlo (u čísla 7). Motor je časován časovačem s periodou 0.1 sekundy, aby docházelo k otáčení. Po aktivaci přepínače (1) motor začne rotovat. Motor Dopravníku imituje pohon dopravníku, který je také časován s časovou periodou 0,1 sekundy. Motor pohonu pily imituje pohon řetězové pily, která řeže dopravované dřevo určené k rozřezání. I tento motor je časován časovačem 0.1 sekundy.

8)

Pro zobrazení potrubí byl zvolen prvek pipe, který je vybírán z nabídky: Ploché přístroje → Zobrazování → Binární → Pipe. Z důvodu přehlednosti bylo zvoleno pouze potrubí vedoucí ke strojům, zpětné potrubí a bezpečnostní prvky nejsou zobrazeny. Všechno potrubí je časováno s periodou 0,1 sekundy kromě přívodního potrubí dodávající olej hydročerpadlu. Ten je časován s periodou 0,5 sekundy. K imitaci toku tlakového oleje dochází po zapnutí hydročerpadla až po rozvaděči v jednotlivých větvích hydraulického okruhu. Za rozvaděči dochází k imitaci toku tlakového oleje v potrubí až po aktivaci rozvaděčů v jednotlivých větvích.

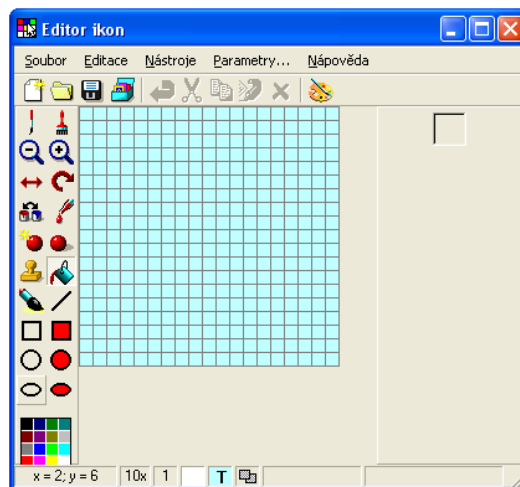
9)

Pro vložení dřeva na dopravník bylo zvoleno tlačítko. Ploché přístroje → Ovládání a řízení → Binární → Switch. Dřevo je vloženo pouze, když je tlačítko stisknuto a dopravník je úplně prázdný.

Pro snímače 10 a 11 byl zvolen indikátor, který lze nalézt: Ploché přístroje → Zobrazování → Binární → Indicator.

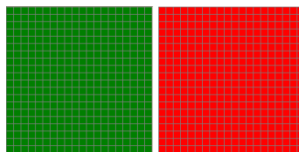
10)

Indikátor slouží pro zobrazení přítomnosti dřeva. Snímače mají vytvořené vlastní ikony pro zobrazení stavů. Pro tvorbu ikony byl využit program Ikoner, který je součástí instalace Control webv 6. Program lze otevřít cestou: nabídka Start → Programy → Control Web 6 → Nástroje → Ikoner.



Obr. 18 Program Ikoner pro tvorbu ikon

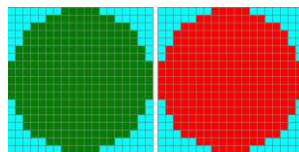
Pro stav true byla vytvořena ikona čtvercového tvaru v zelené barvě a pro stav false vytvořena v červené barvě. Po dokončení byly ikony uloženy do adresáře modelu, kde jsou uloženy a přiřazeny k indikátoru pro stav true je přiřazena ikona zelené barvy a pro false červené barvy.



Obr. 19 Ikony přítomnosti vlevo pro stav true a vpravo pro false

11)

Indikátor slouží pro zobrazování koncové polohy. Také byli vytvořeny vlastní ikony v programu Ikoner obr.18. Pro stav true byla vytvořena ikona kruhového tvaru v zelené barvě a pro false v červené barvě. Ikony byly také uloženy do adresáře modelu jako v předchozím případě a stejným způsobem přiřazeny (true – zeleně, false – červeně).



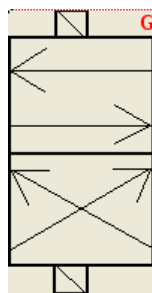
Obr. 20 Ikony koncové polohy vlevo pro stav true a vpravo pro stav false

Pro prvky 12, 13 a 14 je zvolen zobrazení draw prvek, který umožňuje nakreslit si vlastní kresbu (pila, rozvaděč, píst) a rozpohybovat ji. Ploché přístroje → Popisy a symboly → Dynamické → Draw.

12)

Pro zobrazení rozvaděčů bylo nutné si je nejprve nakreslit, protože v základních přístrojích nebyly přítomny. Pro kreslení vlastních přístrojů byl využit prvek Draw. Po vložení Draw se zobrazí prázdná plocha, na kterou je zapotřebí dvojklikem kliknout levým talačítkem. Poté je možné nakreslit si vlastní kresbu. Když je kresba dokončena, tak v tomto případě bylo provedeno seskupení všech čar do jednoho celku, což přináší velké výhody. Při hýbání kresbou se zadává

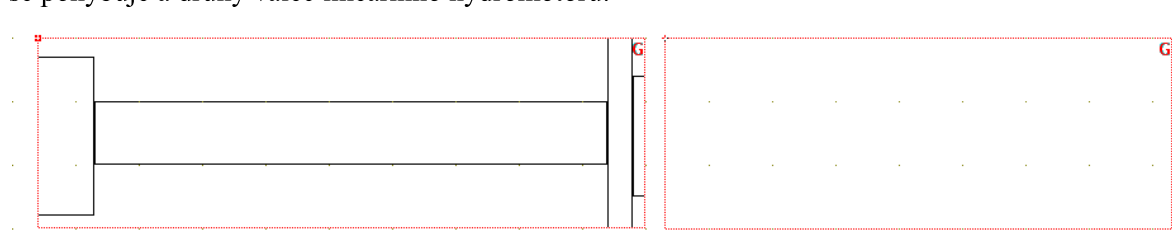
pouze jeden nebo dva parametry, které hýbou celou kresbou (pohyb v ose x ,y nebo obě najednou). V případě rozvaděčů je nastavován pouze jeden parametr pro pohyb a to y pro pohyb v y ose. Dále je možné si vybrat, jak budou zadávány hodnoty: buď absolutně, nebo relativně. V práci jsou vždy zadávány hodnoty pro pohyb absolutně.



Obr. 21 Rozvaděč 4/2

13)

Pro zobrazení štípacího pístu bylo také využito kreslení vlastních přístrojů (Draw). Píst byl nakreslen z jednotlivých čar, které byly seskupeny do dvou celků. První celek tvoří pístnice, která se pohybuje a druhý válec lineárního hydromotoru.

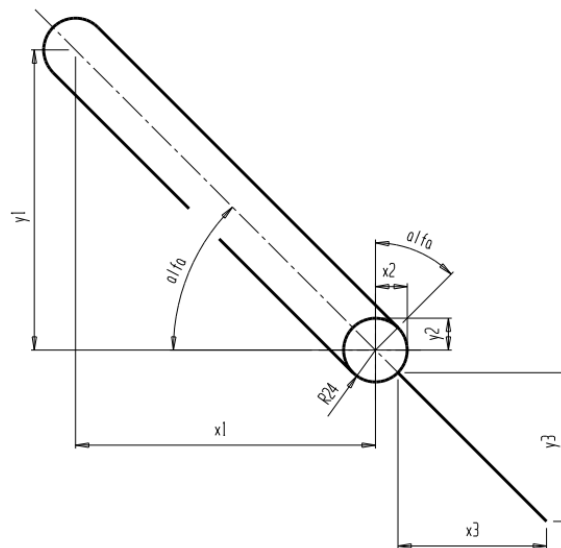


Obr. 22 Lineární dvou činný hydromotor (štípací píst)

Pro pohyb pístu je nastavována pouze jedna hodnota (absolutní) a to x v ose x u pístu což umožňuje pohyb pístu z válce ven a dovnitř.

14)

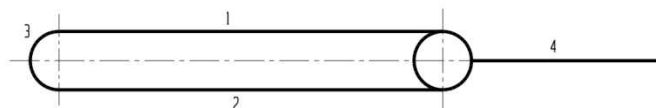
Pro zobrazení pily pro odřezávání dřeva bylo také využito kreslení. Pila a píst byly nakresleny pomocí jednotlivých čar a kružnic. V tomto případě bylo využito pouze seskupení u pístu, protože je zapotřebí, aby se pila otáčela kolem středu celé kružnice. To seskupení do celku neumožňuje. Lze pouze pohybovat s celkem doleva, doprava, nahoru a dolů, nikoliv otáčet kolem osy. Proto byl zvolen postup, že ke každé čáře, která má být otáčena kolem bodu bude vytvořena rovnice s proměnou α (alfa).



Obr. 23 Náskres pily okótovaný

Jednotlivé vytvořené rovnice s proměnnou α :

Control web vypočítává úhly v radiánech ale v programu je úhel α zadáván ve stupních, proto je ho nutné přepočítat na radiány. Podle vztahu:



Obr. 24 Očíslovaný jednotlivé části pily

Vytvořené rovnice posunů pro jednotlivé části pily:

1. Počátek: $x = 32 + 160 - x_1 + x_2$
 $y = 200 - y_1 + 24 - y_2$
 Konec: $x = 192 + x_2$
 $y = 200 + 24 - y_2$
2. Počátek: $x = 32 + 160 - x_1 - x_2$
 $y = 248 - y_1 - 24 + y_2$
 Konec: $x = 192 - x_2$
 $y = 248 - 24 + y_2$
3. Střed: $x = 32 + 160 - x_1$
 $y = 224 - y_1$
 Poloměr je 24 v obou osách stejný
 Počátek: $x = 32 + 160 - x_1 + x_2$
 $y = 200 - y_1 + 24 - y_2$

$$\begin{array}{ll}
 \text{Konec:} & x = 32 + 160 - x_1 - x_2 \\
 & y = 248 - y_1 - 24 + y_2 \\
 4. \text{ Počátek:} & x = 216 - 24 + y_2 \\
 & y = 224 + x_2 \\
 \text{Konec:} & x = 216 - 24 + y_2 + x_3 \\
 & y = 224 + x_2 + y_3
 \end{array}$$

Zvedání pily zajišťuje lineární hydromotor řízený rovnicí s proměnnou α .

Vytvořená rovnice posunu pro pohyb pístu v ose y:

$$y = 35 + y_4$$

Program modelu:

Model je řízen programovou smyčkou s časovou periodou 0,03 sekundy. Při automatickém ovládání modelu jsou proměnné programu přiřazeny proměnným komunikujícími s DataLabem přes USB kabel.

```

if automatika = false then
    I1 = i1;
    I2 = i2;
    I3 = i3;
    I4 = i4;
    I5 = i5;
    I6 = i6;
    I7 = i7;
    I8 = i8;
    q1 = Q1;
    q2 = Q2;
    q3 = Q3;
    q4 = Q4;
end;

```

Obr. 25 Program přiřazení proměnných dle linky proměnným DataLabu přes USB kabel

Řízení dopravníku

Dopravník je ovládán signálem q4, který může být sepnut manuálně tlačítkem dopravník nebo automaticky signálem z DataLabu. Dřevo na dopravníku je posouváno pouze v případě, když je zobrazovač odřezávaného dřeva prázdný. Tak se začne pohybovat dřevo doleva o 10 za jeden cyklus programu. A zároveň je posunut rozvaděč do polohy, aby mohl proudit tlakový olej do hydromotoru.

```

if q4 = true then
    if dopravnik2 >= 0 then
        dopravnik1 = dopravnik1 - 10;
        dopravnik2 = dopravnik2 - 10;
    end;
    posuny4 = 70;
else
    posuny4 = 0;
end;

```

Obr. 26 Program pro řízení dopravníku

Štípání dřeva

Štípací píst je ovládán signálem q3, který může být sepnut manuálně přepínačem štípání nebo automaticky signálem z DataLabu. Při logické jedničce (true) se rozvaděč přepne a umožní pohyb pístu, který se pohybuje doleva o 1 za cyklus programu a tlačí dřevo před sebou na štípací

klín. Také je měněn směr toku tlakového oleje v závislosti na směru pohybu pístu. Při návratu pístu zpět se píst pohybuje dvakrát rychleji, což imituje rychlo posuv.

```

if q3 = true then
    posuny3 = 0;
    if pist >= 32 then
        dopravnik3 = dopravnik3 - 8;
        pist = pist - 1;
    end;
    smerd = true;
    smerz = false;
else
    posuny3 = 80;
    if pist <= 102 then
        pist = pist + 2;
    end;
    smerd = false;
    smerz = true;
    if pist < 102 then
        zpeton = true;
    else
        zpeton = false;
    end;
end;

```

Obr. 27 Program pro řízení štípání

Pohon pily

Pohon pily je ovládán signálem q2, který může být sepnutý manuálně přepínačem, nebo automaticky signálem z DataLabu. Při sepnutí je rozvaděč přepnut a umožní průchod tlakového oleje k hydromotoru, který roztočí pilu.

```

if q2 = true then
    posuny2 = 85;
else
    posuny2 = 0;
end;

```

Obr. 28 Program pro pohonu pily

Zvedání pily nahoru a dolů

Zvedání pily nahoru a dolů je ovládáno signálem q1, který může být sepnutý manuálně přepínačem pila nahoru/dolů nebo automatickým signálem z DataLabu. Při sepnutí je rozvaděč přepnut a umožní průchod tlakového oleje (znázorněno tokem oleje v potrubí směrem k pístu), který začne přes píst zvedat pilu nahoru. Při přepnutí rozvaděče zpět pila začne klesat vlastní váhou, což je také znázorněno směrem toku oleje v potrubí.

```

if q1 = true then
    posunyl = 0;
    if alfa > 0 then
        alfa = alfa - 1;
        qlt = true;
    else
        qlt = false;
    end;
    smerkpily = true;
    smerodpily = false;
else

    posunyl = 70;
    if alfa < 45 then
        alfa = alfa + 2;
        qlz = true;
    else
        qlz = false;
    end;
    smerodpily = true;
    smerkpily = false;
end;

```

Obr. 29 Program pro zvedání pily

Signalizace snímačů

- Koncový snímač (i1) pro nastavení délky odřezávaného polena se sepne, když dřevo je nastaveno na požadovanou délku.
- Koncový snímač (i2) snímá horní polohu zvednuté pily. Snímač je sepnutý, když pila dosáhne horní krajní polohy.
- Koncový snímač (i3) snímá dolní polohu sklopené pily. Snímač je sepnutý, když pila dosáhne dolní krajní polohy.
- Snímač přítomnosti dřeva (i4) snímá přítomnost dřeva určeného pro štípání. Snímač je sepnutý, když je dřevo přítomno.
- Snímač přítomnosti dřeva (i5) snímá přítomnost dřeva na dopravníku dřeva a to na polovině dopravníku. Snímač je sepnutý, když je dřevo přítomno.
- Snímač přítomnosti dřeva (i6) snímá přítomnost dřeva na dopravníku dřeva a to na kraji dopravníku u pily. Snímač je sepnutý, když je dřevo přítomno.
- Koncoví snímač (i7) snímá krajní polohu pístu v zasunutém stavu. Snímač je sepnutý, když je píst v zasunutém stavu.
- Koncoví snímač (i8) snímá krajní polohu pístu ve vysunutém stavu. Snímač je sepnutý, když je píst ve vysunutém stavu.

<pre> if dopravnik2 <= 0 then i1 = true; else i1 = false; end; if alfa >= 45 then i2 = true; else i2 = false; end; if alfa <= 0 then i3 = true; else i3 = false; end; if dopravnik3 >= 400 then i4 = true; else i4 = false; end; </pre>	<pre> if dopravnik1 >= 1500 then i5 = true; else i5 = false; end; if dopravnik1 >= 1 then i6 = true; else i6 = false; end; if pist >= 102 then i7 = true; else i7 = false; end; if pist <= 42 then i8 = true; else i8 = false; end; </pre>
--	---

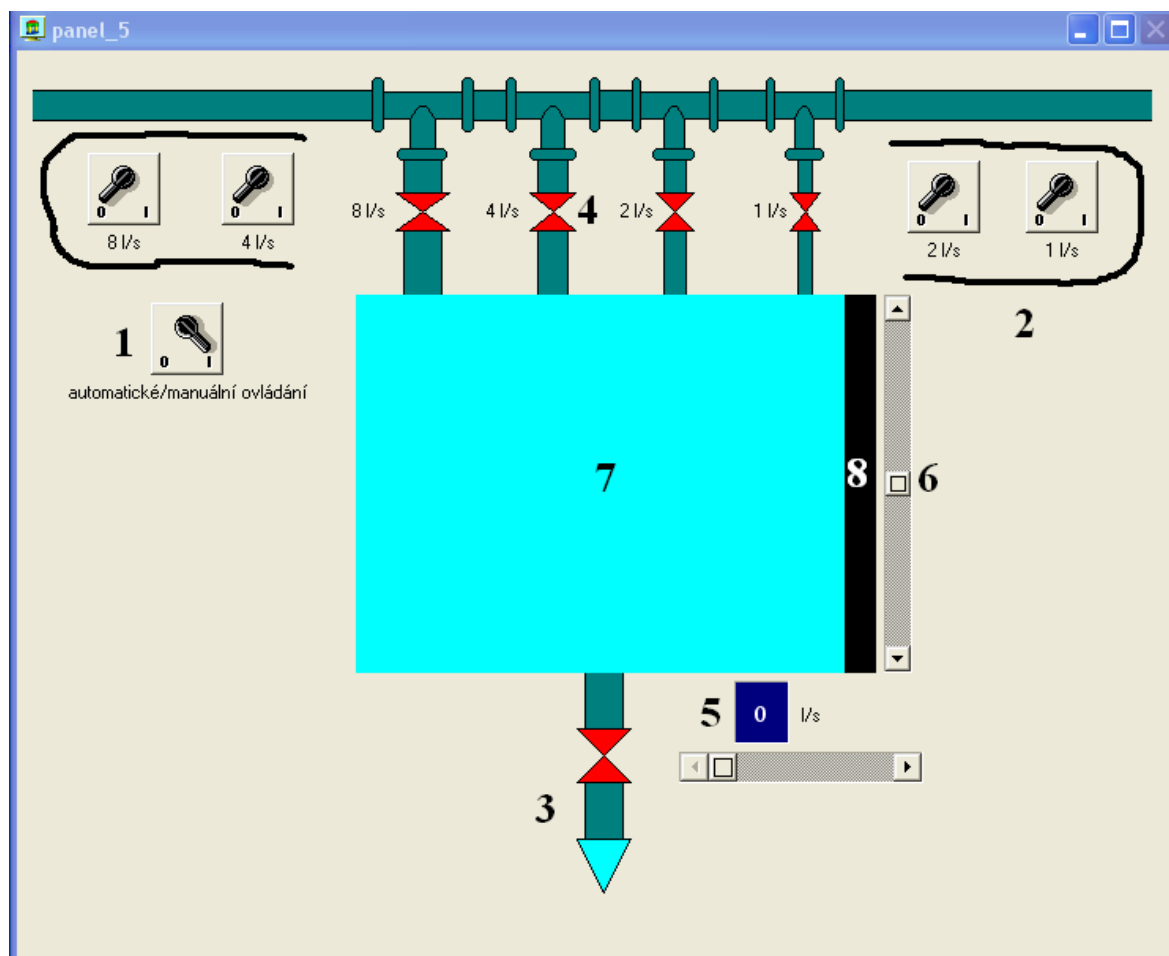
Obr. 30 Program pro řízení snímačů

5.1.2. Zásobník vody

Model zásobníku vody znázorňuje doplňování vody do zásobníku s odběrem vody. Zásobník je řízen pomocí 4 digitálních vstupů a 2 analogových výstupů. Model složí k výuce regulace.

Grafické prvky:

Při volbě grafických prvku pro zobrazování, byly prvky vybírány z “Palety přístrojů” ve vývojovém prostředí Control Web 6 na Obr. 16.



Obr. 31 Nádrž (očíslována)

Pro prvky 1 a 2 byl zvolen binární přepínač. Ploché přístroje → Ovládání a řízení → Binární → Switch.

1)

Přepínač slouží k volbě způsobu řízení nádrže. Způsoby řízení jsou buď automaticky, které se nachází ve výchozí poloze přepínače nebo ručním režimu ovládání. Při nastavení ručního ovládání jsou 4 přepínače (skupina přepínačů 2) zobrazeny, jinak jsou skryty.

2)

Přepínače složí k ručnímu otevírání ventilů. Jednotlivé přepínače ovládají ventily, které dodávají 1, 2, 4 a 8 litrů vody do nádrže.

3)

Pro zobrazení potrubí byl zvolen prvek pipe, který je vybírán z nabídky: Ploché přístroje → Zobrazování → Binární → Pipe. K imitaci toku kapaliny dochází po aktivaci jednotlivých ventilů přes, kde začne proudit voda do nádrže. Proto, aby začala fungovat imitace toku kapaliny je zapotřebí všechno potrubí časovat pomocí časovače s periodou časování 0,1 sekundy.

4)

Pro zobrazení ventilů byl zvolen prvek dvou červených trojúhelníků proti sobě, který byl vybrán z nabídky: Ploché přístroje → Zobrazování → Binární → Valve.

5)

Pro zobrazení množství odtoku vody z nádrže byl zvolen číslicový měřicí přístroj, který lze nalézt: Ploché přístroje → Zobrazování → Spojité → Meter. Přístroj zobrazuje odtok kapaliny za jeden cyklus chodu programů.

6)

Pro nastavení požadované výšky hladiny a rychlosti odtoku kapaliny byla zvolena svislá posuvná lišta a vodorovná posuvná lišta. Lze ji vybrat z: Ploché přístroje → Ovládání a řízení → Spojité → Control. Požadovanou výška hladiny lze nastavit do 0 do 800. Rychlost odtoku vody lze nastavit od 0 litrů do 15 litrů vody za cyklus programu.

7)

Pro zobrazení výšky hladiny v nádrži byl zvolen svislý sloupcový zobrazovač, který lze vybrat z nabídky: Ploché přístroje → Zobrazování → Spojité → Meter. Zobrazovač slouží pro zobrazení výška hladiny, která je zobrazována od 0 litrů do 1000 litrů vody.

8)

Pro zobrazení nastavené požadované výšky hladiny byl zvolen stejný zobrazovač jako v předchozím případě. Požadovaná výška hladiny je zobrazována od 100 litrů do 900 litrů vody.

Program modelu:

Programová smyčka modelu pracuje s časovou periodou 0,01 sekundy. Při automatickém ovládání modelu jsou proměnné programy přiřazeny proměnným komunikujících s DataLabem přes UBS kabel.

```
if automatika = false then
  cernadl01 = CERNADLO1;
  cernadl02 = CERNADLO2;
  cernadl04 = CERNADLO4;
  cernadl08 = CERNADLO8;
  HLADINA = nadrz;
  POZADOVANAHO = 100 + vyskahl;
end;
```

Obr. 32 Program pro přiřazení proměnných v programu nádrže proměnným komunikující s DataLabem přes USB kabel

Při zapnutí jednotlivých čerpadel je dodávána voda do nádrže 0,01; 0,02; 0,04 a 0,08 litrů vody za cyklus (odpovídá tomu 1, 2, 4 a 8 litrů za sekundu).

```

if cernadlo1 = true then
    ventil1 = 0.01;
else
    ventil1 = 0;
end;
if cernadlo2 = true then
    ventil2 = 0.02;
else
    ventil2 = 0;
end;
if cernadlo4 = true then
    ventil4 = 0.04;
else
    ventil4 = 0;
end;
if cernadlo8 = true then
    ventil8 = 0.08;
else
    ventil8 = 0;
end;

```

Obr. 33 Program dodávání vody

Zobrazení celkové výšky hladiny v nádrži je docíleno součtem všech čerpadel a odpočtem odtoku vody z nádrže, který je nastavován od 0 do 15 litrů (nastavovaná hodnota 0 až 15). Proto je nutno tuto hodnotu vydělit 100, aby nedocházelo k odečítání 15 litrů během cyklu. Je zapotřebí tuto hodnotu maximálního odtoku snížit na odpovídající hodnotu 0,15 za cyklus (15 litrů za sekundu).

```

if nadrz >= 0 then
    nadrz = nadrz + ventil1 + ventil2 + ventil4 + ventil8 - (odtok / 100);
else
    nadrz = nadrz + ventil1 + ventil2 + ventil4 + ventil8;
end;

```

Obr. 34 Program pro zobrazení výšky hladiny v nádrži

5.2. Funkčnost modelu

Pro vyzkoušení funkčnosti modelů je využit programovatelný automat Siemens Simatic S7 – 200 CPU224XP, který zajišťuje automatické řízení modelu.

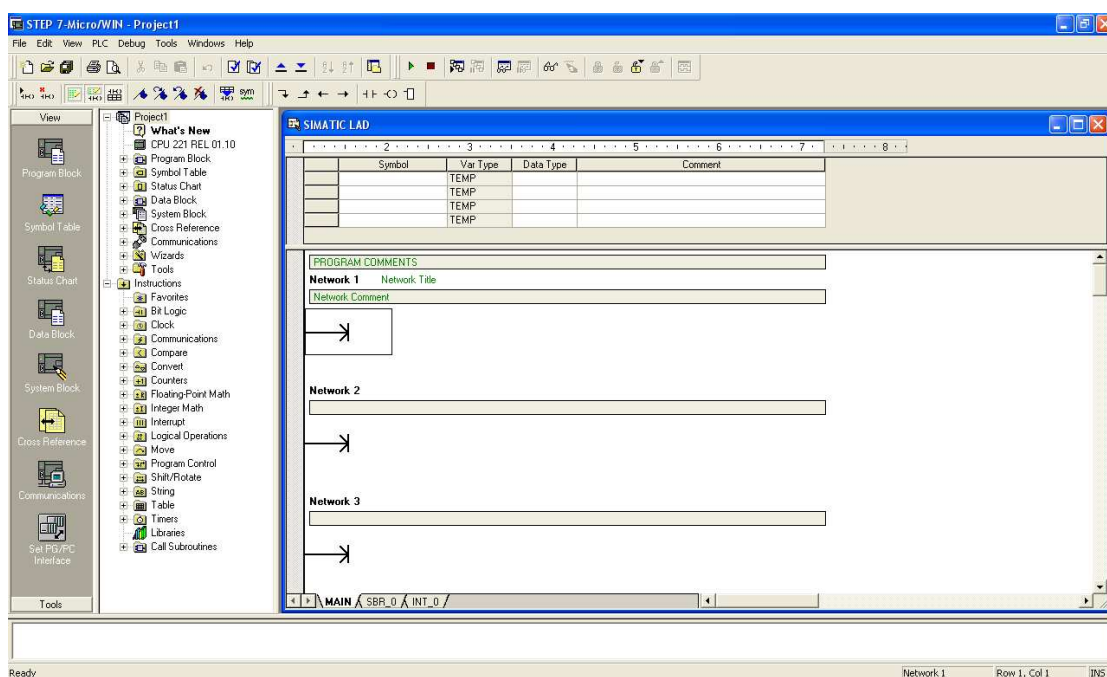
Zapojení napájení u PLC:

PLC je napájeno 24V DC, které je přivedeno v horní části automatu na svorkovnici. +24V je přivedena na L+ a GND na M.



Obr. 35 Zapojení napájecího napětí a konektorů výstupu na PLC

Program pro PLC byl vytvořen v programu STEP 7 MicroWIN.

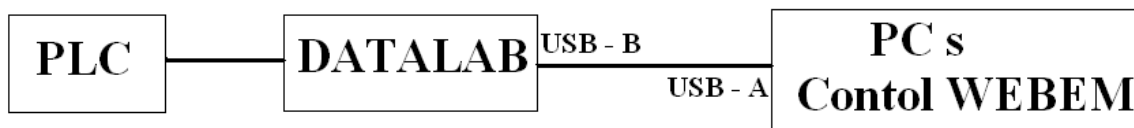


Obr. 36 Program STEP 7 MicroWIN

Pro komunikaci programu s PLC (pro nahrání programu do PLC) je zapotřebí nastavit typ PLC v nabídce: PLC → Type... a kliknout na Read PLC (je zapotřebí mít připojen automat k PC pomocí programovacího kabelu) poté pokud nenastane chyba dojde k načtení typu PLC.

Po sestavení programu pro řízení modelu je nahrán do programovatelného automatu. Aby bylo možno ověřit funkčnost modelu.

Programovatelný automat je připojený k DataLabu a DataLab zase k PC s kontrol webem přes USB kabel.

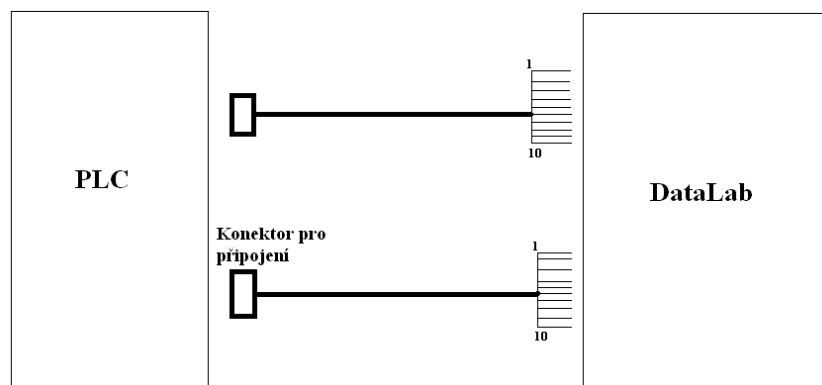


Obr. 37 Blokové schéma zapojení modelů

..

5.2.1. Řízení dřevo linky

PLC je propojeno s DataLabem pomocí 2 deseti žilových datových kabelů. Jeden kabel je připojen na digitální vstup PLC a druhý na digitální výstup PLC. Oba kabely jsou připojeny k PLC pomocí 10 pinového konektorů obr. 35.



Obr. 38 Blokové schéma propojení mezi PLC a DataLabem

Přesné zapojení mezi PLC a DataLabem:

PLC		
Vstupy		Výstupy
1	GND	GND
2	+24V	+24V
3	I0.0	Q0.0
4	I0.1	Q0.1
5	I0.2	Q0.2
6	I0.3	Q0.3
7	I0.4	Q0.4
8	I0.5	Q0.5
9	I0.6	Q0.6
10	I0.7	Q0.7

Tab. 4 Zapojení kabelů u PLC pro dřevo linku

DataLab					
A1	1	Q0.0	B1	1	I0.0
	2	GND (SPOJENO DOHROMADY)		2	+24V (SPOJENO DOHROMADY)
A2	1	Q0.1	B2	1	I0.1
	2	GND (SPOJENO DOHROMADY)		2	+24V (SPOJENO DOHROMADY)
A3	1	Q0.2	B3	1	I0.2
	2	GND (SPOJENO DOHROMADY)		2	+24V (SPOJENO DOHROMADY)
A4	1	Q0.3	B4	1	I0.3
	2	GND (SPOJENO DOHROMADY)		2	+24V (SPOJENO DOHROMADY)
A5	1	Q0.4	B5	1	I0.4
	2	GND (SPOJENO DOHROMADY)		2	+24V (SPOJENO DOHROMADY)
A6	1	Q0.5	B6	1	I0.5
	2	GND (SPOJENO DOHROMADY)		2	+24V (SPOJENO DOHROMADY)
A7	1	Q0.6	B7	1	I0.6
	2	GND (SPOJENO DOHROMADY)		2	+24V (SPOJENO DOHROMADY)
A8	1	Q0.7	B8	1	I0.7
	2	GND (SPOJENO DOHROMADY)		2	+24V (SPOJENO DOHROMADY)

Tab. 5 Zapojení kabelů u DataLabu pro dřevo linku

Ax – digitální vstupy

Bx – digitální výstupy

Žila GND u kabelu výstupního z PLC je u DataLabu připojena na A1 – 2. Žila +24V u kabelu vstupního z PLC je u DataLabu připojena na B8 – 2.

Vytvořený program pro ověření funkčnosti dřevo linky.

Program pro řízení je programován pomocí symbolů, které byly zadefinovány do tabulky Symbol Tablu.

		Symbol	Address	Comment
1		I1	I0.0	Doraz děkly polene
2		I2	I0.1	Dolní koncový spínač pily
3		I3	I0.2	Horní koncový spínač pily
4		I4	I0.3	Přítomnost polena pro štípání
5		I5	I0.4	Přítomnost dřeva pravý
6		I6	I0.5	Přítomnost dřeva levý
7		I7	I0.6	Pravý koncový spínač štípacího pístu
8		I8	I0.7	Levý koncový spínač štípacího pístu
9		Q1	Q0.0	Ovládání hydraulického rozvaděče zdvihu pily
10		Q2	Q0.1	Ovládání hydraulického rozvaděče pohonu pily
11		Q3	Q0.2	Ovládání hydraulického rozvaděče pohonu štípání
12		Q4	Q0.3	Ovládání hydraulického rozvaděče pohonu dopravníku klad

Tab. 6 Definované symboly pro dřevo linku (Symbol Table)

První část programu řídí zvedání pily nahoru/dolů. K sepnutí výstupu dojde, když je nastavená délka polena pro uříznutí. Zároveň je pohon dopravníku v rozepnutém stavu a také zároveň je štípací píst v zasunutém stavu. K rozepnutí výstupu dojde tehdy, když je pila v dolní poloze.

Network 1		Network Title
Network Comment		
LD	SH0.1	
LD	I1	// načtení hodnoty koncového snímače pro nastavení délky polene
AN	Q4	// vynásobení negovanou hodnotou pohonu dopravníku
A	I7	// vynásobení hodnotou koncového snímače štipacího pístu v zasunutém stavu
S	Q1.1	// nastavení výstupu do sepnutého stavu
LD	I3	// načtení hodnoty koncového snímače pro dolní poluhu pily
R	Q1.1	// nastavení výstupu do rozeprnutého stavu

Obr. 39 PLC program pro řízení zvedání pily

Druhá část programu řídí zapnutí/vypnutí pohonu pily. K sepnutí výstupu dojde, když je přítomno dřevo k rozřezání na dopravníku. K rozeprnutí výstupu dojde tehdy, když není přítomno dřevo k rozřezání na dopravníku.

Network 2		
LD	I5	// načtení hodnoty snímače přítomnosti dřeva v polovině dopravníku
S	Q2.1	// nastavení výstupu do sepnutého stavu
LDN	I6	// Načtení negované hodnoty snímače přítomnosti dřeva na kraji dopravníku u pily
R	Q2.1	// nastavení výstupu do rozeprnutého stavu

Obr. 40 PLC program pro zapnutí/vypnutí pohonu pily

Třetí část programu řídí vysunutí a zasunutí štipacího pístu. K sepnutí dojde, když je štipací píst v zasunutém stavu a zároveň je přítomno dřevo ve štipacím kanálu. K rozeprnutí výstupu dojde, když je štipací píst maximálně vysunutý.

Network 3		
LD	I7	// načtení hodnoty koncového snímače štipacího pístu v zasunutém stavu
A	I4	// vynásobení hodnotou přítomnosti dřeva určeného pro štipání
S	Q3.1	// nastavení výstupu do sepnutého stavu
LD	I8	// načtení hodnoty koncového snímače pístu ve vysunutém stavu
R	Q3.1	// nastavení výstupu do rozeprnutého stavu

Obr. 41 PLC program pro řízení štipacího pístu

Poslední část programu řídí posuv dřeva na dopravníku určeného k rozřezání. K sepnutí výstupu dojde, když není nastavena délka polene určeného pro uříznutí ze dřeva. Zároveň musí být pila zvednutá a také ještě musí být přítomno dřevo na dopravníku. K rozeprnutí výstupu dojde, když je nastavená délka polene pro uříznutí nebo když není přítomno dřevo na dopravníku.

Network 4		
LDN	I1	// načtení negované hodnoty koncového snímače pro nastavení délky polene
A	I2	// vynásobení hodnotou koncového snímače pily v horní poloze
A	I6	// vynásobení hodnotou snímače přítomnosti dřeva na kraji dopravníku u pily
S	Q4.1	// nastavení výstupu do sepnutého stavu
LD	I1	// načtení hodnoty koncového snímače pro nastavení délky polene
ON	I6	// logický součet hodnoty snímače přítomnosti dřeva na kraji dopravníku u pily
R	Q4.1	// nastavení výstupu do rozeprnutého stavu

Obr. 42 PLC program pro řízení dopravníku

5.2.2. Řízení nádrže

PLC je propojeno s DataLabem pomocí 2 deseti žilových datových kabelů. Jeden kabel je připojen na analogové vstupy PLC a druhý na digitální výstupy PLC obr. 38. Oba kabely jsou připojeny k PLC pomocí 10 pinového konektoru obr. 35.

Přesné zapojení mezi PLC a DataLabem:

PLC		
Vstupy		Výstupy
1	GND	GND
2	AI1	+24V
3	GND	Q0.0
4	AI2	Q0.1
5	GND	Q0.2
6	-	Q0.3
7	GND	Q0.4
8	AOI	Q0.5
9	GND	Q0.6
10	AOV	Q0.7

Tab. 7 Zapojení kabelů u PLC pro dřevo linku

DataLab					
A1	1	Q0.0	D1	1	AI1
	2	GND (SPOJENO DOHROMADY)		2	GND
A2	1	Q0.1	D2	1	AI2
	2	GND (SPOJENO DOHROMADY)		2	GND
A3	1	Q0.2	D3	1	-
	2	GND (SPOJENO DOHROMADY)		2	-
A4	1	Q0.3	D4	1	-
	2	GND (SPOJENO DOHROMADY)		2	-
A5	1	Q0.4	D5	1	-
	2	GND (SPOJENO DOHROMADY)		2	-
A6	1	Q0.5	D6	1	-
	2	GND (SPOJENO DOHROMADY)		2	-
A7	1	Q0.6	D7	1	-
	2	GND (SPOJENO DOHROMADY)		2	-
A8	1	Q0.7	D8	1	-
	2	GND (SPOJENO DOHROMADY)		2	-

Tab. 8 Zapojení kabelů u DataLabu pro nádrž

Ax – digitální vstupy

Dx – analogový výstupy

U analogového výstupu jsou pouze připojeny 4 žily. Ostatní není připojeno, protože jsou buď analogové výstupy z PLC nebo se jedná o neobsazenou žilu.

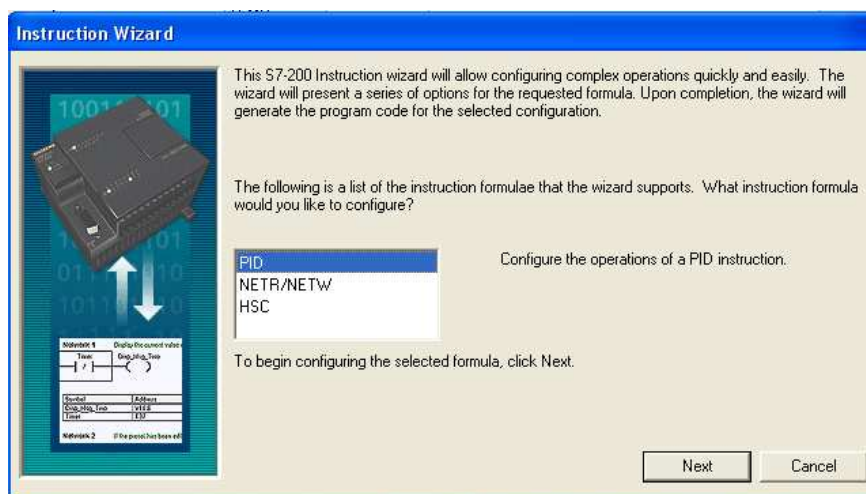
Vytvořený program pro ověření funkčnosti nádrže.

Program pro řízení je programován pomocí symbolů, které byly zdefinovány do tabulky Symbol Tablu.

		Symbol	Address	Comment
1		cerpadlo1	Q0.0	Ventyl 1l/s
2		cerpadlo2	Q0.1	Ventyl 2l/s
3		cerpadlo4	Q0.2	Ventyl 4l/s
4		cerpadlo8	Q0.3	Ventyl 8l/s
5		pozadovanaHl	AIW0	Požadovaná výška hladiny
6		hladina	AIW2	Skutečná výška hladiny

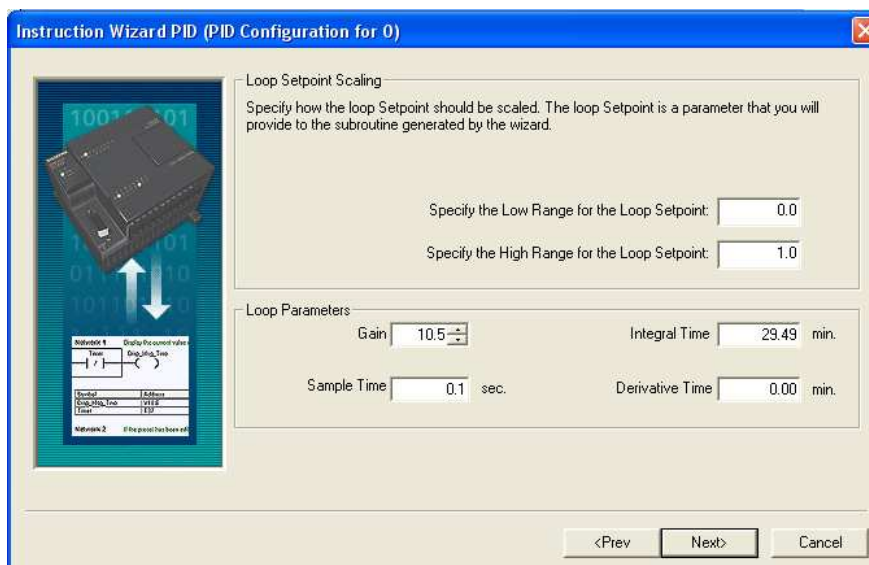
Tab. 9 Definované symboly pro nádrž (Symbol Table)

Program řídí výšky hladiny vody s měnícím se odtokem. Pro regulaci byl zvolen vestavěný PID regulátor v PLC, který byl nakonfigurován z programu STEP 7 MicroWIN v nabídce: Tools → Instruction Wizard a vybráno PID.



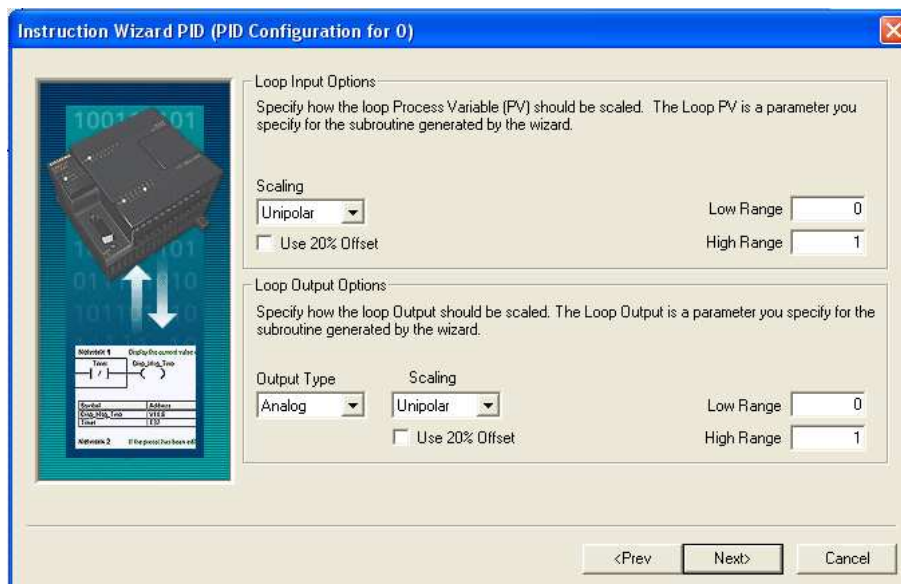
Obr. 43 Konfigurace PID regulátoru 1

U regulátoru byly nastaveny počáteční hodnoty: vzorkovací perioda 0,1 sekundy, složka P = 10, složka I = 1, složka D = 2, nejnižší požadovaná hodnota 0, nejvyšší požadovaná hodnota 1



Obr. 44 Konfigurace PID regulátoru - nastavované hodnoty

Úprava měřítka unipolární, dolní hodnota 0, horní hodnota 1, výstupní signál analogový s měřítkem unipolárním a dolní hodnotou 0 a hodnotou horní 1.



Obr. 45 Konfigurace PID regulátoru - nastavované hodnoty

Regulátor vyžaduje upravené analogové hodnoty (v rozmezí mezi 0 a 1) požadovaná výška hladiny a aktuální výška hladiny. Aktuální výška hladiny se zapisuje do tabulky regulátoru na 0 řádek a požadovaná hodnota se ukládá do 4. řádku tabulky. Vypočítaný akční zásah PID regulátoru je ukládán v tabulce na 8. řádek. Výstup je upraven (na rozmezí 0 až 15) a převeden na binární výstup PLC.

```

Network 1      Network Title
Network Comment
LD             SM0.0

ITD            hladina, AC0          // převede hladinu z datového typu Integer na Double integer
DTR            AC0, AC0              // převede hladinu z datového typu DWord na Real
/R             4092.0, AC0           // vydělí hladinu 4092
+R             0.0, AC0              // přičte k hladině 0
MOVR           AC0, PID0_PV          // přemístí upravenou hodnotu do tabulky PID regulátoru

ITD            pozadovanahl, AC1     // převede požadovanou hlad. z datového typu Integer na Double integer
DTR            AC1, AC1              // převede požadovanou hlad. z datového typu DWord na Real
/R             4092.4, AC1           // vydělí požadovanou hlad. 4092
+R             0.0, AC1              // přičte k požadovanou hlad. 0
MOVR           AC1, PID0_SP          // přemístí upravenou hodnotu do tabulky PID regulátoru

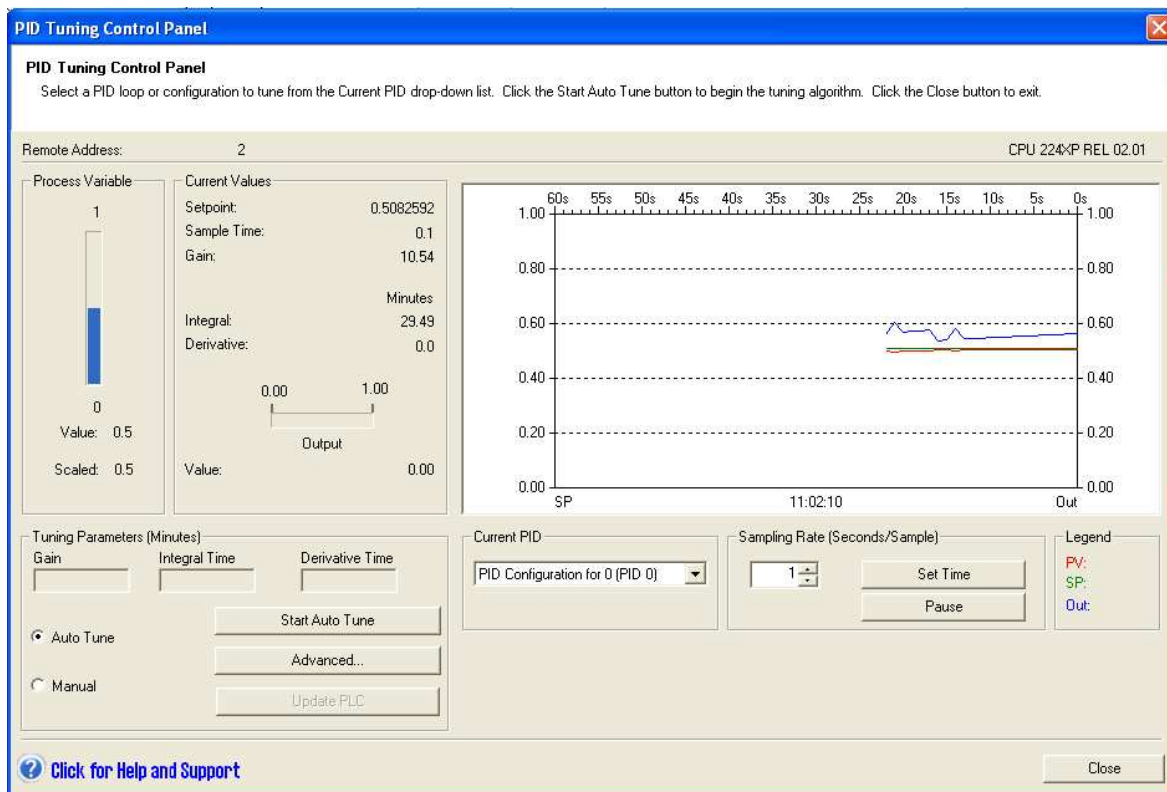
PID            PID0_Table, 0        // provede se PID regulace 1

MOVR           PID0_Output, AC2      // přemístí vypočítanou hodnotu PID regulátoru do proměnné
*R             15.0, AC2             // vynásobí vypočítanou hodnotu 15
ROUND          AC2, AC2              // převede Real na Double Integer
DTI            AC2, AC2              // převede Double Integer na Integer
ITI            AC2, AC2              // převede Integer na Byte
MOVB           AC2, QB0              // přemístí vypočítanou hodnotu PID regulátoru na datovou oblast QB0

```

Obr. 46 PLC program pro řízení hladiny v nádrži

Optimální hodnoty PID regulátoru byli zjištěny pomocí adaptace PID, kdy algoritmus automaticky zjistí optimální hodnoty regulátoru. Algoritmus se spouští z Tools → PID Tune Control Panel.



Obr. 47 Adaptace PID regulátoru

Po spuštění adaptace byla na nádrži způsobena výchylka požadované hladiny vody a nastaven odtok. Algoritmus potřebuje pro úspěšné dokončení 12 krát průchod nulou (to znamená, že 12 krát je regulační odchylka při regulaci nulová) poté jsou hodnoty vypočteny. Po úspěšném dokončení adaptace jsou optimální hodnoty zobrazeny v panelu adaptace s možností odeslání do PLC a tím přepsány původní ručně nastavené hodnoty.

Zjištěné optimální hodnoty jsou:

- Složka P = 10,54
- Složka I = 29,49
- Složka D = 0

Adaptace byla prováděna i se složkou D. Z důvodu velkého překmitu, kdy téměř docházelo k přetečení nádrže, i když to měly být optimální hodnoty regulace, tak proto je složka D vynechána v regulaci. Tedy v postatě nevyužíváme PID regulátor, ale pouze využíváme PI regulátor. [17]

6. Závěr

Úkolem této bakalářské práce bylo seznámit se s počítačovým programem Control webem 6 od firmy Moravské přístroje a seznámit se s Edu-modely. Poté navrhnout dva nové vhodné výukové modely v Control web 6 do výuky programovatelných automatů. Po dokončení modelů byla za úkol názorná demonstrace funkčnosti jednotlivých modelů. Modely jsou řízeny programovatelným automatem od firmy Siemens, Simatic S7 – 200 CPU224XP přes datové rozhraní DataLab IO⁴ připojeného k PC pomocí USB.

První část práce se zabývá programem Control web, kde byly popsány vlastnosti a funkce vývojového prostředí. Dále byly popsány rozdíly mezi jednotlivými verzemi Control webu. A nakonec této části byl popsán komunikační modul DataLab IO, který zajišťuje komunikaci mezi programem PC s Control webem prostřednictvím USB a zařízením k němu připojeným (v práci k DataLabu připojeno PLC).

Druhá část práce se zabývá programovatelným automatem Siemens Simatic S7 – 200 CPU224XP, kde byly popsány verze PLC, specifikace a popis programovatelného automatu.

Třetí část práce se zabývá Edu-modely, kde byly jednotlivé modely procesů popsány. Jednalo se o modely Suportu, Křižovatky, Mísící jednotky, Pračky, Energetické jednotky.

Poslední část, a to ta hlavní, se zabývá tvorbou modelů, kde byly realizovány dva nové modely v prostředí Control web 6: Automatická linka na výrobu palivového dřeva (nazývaný též v práci Dřevo linka) a Zásobník vody (nazývaný v práci Nádrž). Oba modely lze řídit automaticky pomocí PLC nebo ručně ovládat jednotlivé funkce. Pro ověření automatické řízení byly vytvořeny dva programy pro PLC (pro každý model jeden), které měli za úkol demonstrovat funkčnost modelů. Ověření funkčnosti těmito programy proběhlo úspěšně.

Seznam použité literatury:

- [1] MORAVSKÉ PŘÍSTROJE A. S., *Co je Control web?* [Online] 4. 10. 2010
[Citace: 22. 5. 2011]
Dostupné z: <<http://www.mii.cz/art?id=380&cat=146&lang=405>>
- [2] MORAVSKÉ PŘÍSTROJE A. S., *Contol Web 6.1 Express*. [Online] 4. 5. 2011
[Citace: 18. 5. 2011]
Dostupné z: <<http://www.mii.cz/art?id=611&cat=146&lang=405>>
- [3] MORAVSKÉ PŘÍSTROJE A. S., *Systém průmyslových vstupů/výstupů DataLab IO/ETH s Ethernet rozhraním*. [Online] 28. 6. 2010 [Citace: 5.. 4. 2011]
Dostupné z: <<http://www.mii.cz/art?id=619&cat=77&lang=405>>
- [4] MORAVSKÉ PŘÍSTROJE A. S., *Modulární systém průmyslových vstupů/výstupů DataLab IO*. [Online] 6. 1. 2009 [Citace: 4. 4. 2011]
Dostupné z: <<http://www.mii.cz/art?id=134&cat=77&lang=405>>
- [5] MORAVSKÉ PŘÍSTROJE A. S., *Dvoumodulová jednotka vstupů/výstupů DataLab IO2 s rozhraním USB 2.0*. [Online] 10. 3. 2010 [Citace: 5. 4. 2011]
Dostupné z: <<http://www.mii.cz/art?id=407&cat=77&lang=405>>
- [6] MORAVSKÉ PŘÍSTROJE A. S., *I/O moduly systému DataLab IO*. [Online] 6. 1. 2009
[Citace: 9. 4. 2011]
Dostupné z: <<http://www.mii.cz/art?id=176&cat=77&lang=405>>
- [7] MORAVSKÉ PŘÍSTROJE A. S., *DataLab IO Manual.pdf*. [Online] [Citace: 9. 4. 2011]
Dostupné z: <<http://www.mii.cz/download/datalab/cze/DataLab%20IO%20Manual.pdf>>
- [8] Ing. Marada Tomáš, Ph.D., *Studijní materiály pro předmět Programovatelné automaty, 3. přednáška*. FSI VUT Brno, 2010/2011
- [9] SIEMENS, *LOGO! a SIMATIC S7-200*. [Online] Březen 2008 [Citace: 11. 4. 2011]
Dostupné z:
<http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data_files/automatizacni_systemy/mikrosysteme/_prospekty/brochure_micro_03_2008_cz.pdf>
- [10] SIEMENS, *cat_st_70_2007_en.pdf*. [Online] 2007 [Citace: 19. 4. 2011]
Dostupné z:
<http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data_files/katalogy/st70/cat_st_70_2007_en.pdf>
- [11] Ing. Luděk Kohout, Edumat.cz – Autorizované kurzy Teco a.s., pomůcky do odborných učeben a laboratoří. *Edu-mod*. [Online] 2008 [Citace: 19. 4. 2011]
Dostupné z: <<http://edumat.cz/produkty.php?produkt=edumod>>
- [12] Ing. Luděk Kohout, Edumat.cz – Autorizované kurzy Teco a.s., pomůcky do odborných učeben a laboratoří. *Suport*. [Online] 2008 [Citace: 11. 4. 2011]
Dostupné z: <<http://edumat.cz/produkty.php?produkt=suport>>

- [13] Ing. Luděk Kohout, Edumat.cz – Autorizované kurzy Teco a.s., pomůcky do odborných učeben a laboratoří. *Křížovátka*. [Online] 2008 [Citace: 22. 4. 2011]
Dostupné z: <<http://edumat.cz/produkty.php?produkt=krizovatka>>
- [14] Ing. Luděk Kohout, Edumat.cz – Autorizované kurzy Teco a.s., pomůcky do odborných učeben a laboratoří. *Mixer*. [Online] 2008 [Citace: 22. 4. 2011]
Dostupné z: <<http://edumat.cz/produkty.php?produkt=mixer>>
- [15] Ing. Luděk Kohout, Edumat.cz – Autorizované kurzy Teco a.s., pomůcky do odborných učeben a laboratoří. *Pračka*. [Online] 2008 [Citace: 28. 4. 2011]
Dostupné z: <<http://edumat.cz/produkty.php?produkt=pracka>>
- [16] Ing. Luděk Kohout, Edumat.cz – Autorizované kurzy Teco a.s., pomůcky do odborných učeben a laboratoří. *Energetická jednotka*. [Online] 2008 [Citace: 28. 4. 2011]
Dostupné z: <<http://edumat.cz/produkty.php?produkt=energeticka-jednotka>>
- [17] SIEMENS, *manual_s7_200_2004_cz.pdf*. [Online] 2004 [Citace: 16. 4. 2011]
Dostupné z:
<http://siemens.automationjet.com/katalogy/Siemens/AD5/manual_s7_200_2004_cz.pdf>

Seznam příloh:

CD obsahující: Tento dokument v PDF
Zdrojové kódy modelů
Zdrojové kódy pro ověření funkčnosti modelu (kód pro PLC)
Dvě videa pracujících aplikací
Pokyny pro programy v PDF dokumentu