

Levitace balónku na vodním sloupci

Ball levitation on column of water

Ondřej Vrzal

Bakalářská práce
2008



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav aplikované informatiky

akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej VRZAL**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Levitace balónku na vodním sloupci**

Zásady pro vypracování:

1. Popište fyzikální princip levitace balónku na vodním sloupci.
2. Navrhněte úpravu stávajícího modelu fontány, popř. výrobu modelu nového, včetně způsobu měření polohy balónku a dále připojení modelu k PLC.
3. Realizujte program, který zajistí udržení balónku v konkrétní výšce.
4. Celý systém vizualizujte v některém ze SCADA/HMI systémů.
5. Vytvořte vzorovou úlohu včetně podrobného popisu využitelnou ve výuce.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

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

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tomáš Sysala, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

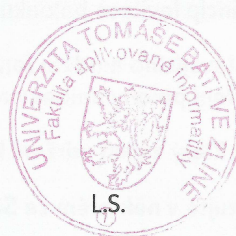
20. února 2008

Termín odevzdání bakalářské práce:

5. května 2008

Ve Zlíně dne 20. února 2008

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



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

ABSTRAKT

Téma této bakalářské práce je zaměřeno na využití programovatelných automatů v praxi. Zaměřuje se především na práci s programovatelnými automaty švýcarské společnosti Saia-Burgess a jejich využití na reálném modelu. Je také řešeno téma vizualizace systému v jednom z mnoha SCADA/HMI systémů.

Klíčová slova: programovatelné automaty, PLC, SPS, Saia, Control Web, DDE

ABSTRACT

Presented work is focused on usage of programmable controllers in practices. It is aimed mainly to work with programmable controllers of Swiss company Saia – Burgess and its usage with real model. The ways of visualization by SCADA/HMI systems are presented too.

Keywords: programmable controllers, PLC, SPS, Saia, Control Web, DDE

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Tomáši Sysalovi, Ph.D. z Ústavu automatizace a řídicí techniky, panu Mgr. Milanovi Adámkovi Ph.D. z Ústavu elektrotechniky a měření a panu doc. RNDr. Jiřímu Dostálovi, CSc z Ústavu fyziky a materiálového inženýrství Fakulty technologické za odbornou pomoc. Dále děkuji své rodině, přítelkyni a kamarádům za poskytnutou podporu.

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

Ve Zlíně

.....
Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY OBECNĚ	10
1.1 HISTORIE PLC.....	10
1.2 SOUČASNOST PLC.....	11
1.3 KONSTRUKCE PLC.....	11
1.4 PRVKY PROGRAMOVATELNÉHO AUTOMATU.....	12
1.4.1 Centrální výpočetní jednotka	12
1.4.2 Uživatelská a systémová paměť	13
1.4.3 Binární vstupně výstupní jednotky.....	13
1.4.4 Analogové vstupně výstupní jednotky	13
1.4.5 Čítače.....	14
1.4.6 Komunikační jednotky	14
2 PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY SAIA	15
2.1 HISTORIE SPOLEČNOSTI SAIA-BURGESS CONTROLS	15
2.2 RODINA AUTOMATŮ SAIA PCD.....	16
2.2.1 PCS1.....	16
2.2.2 PCD1	17
2.2.3 PCD2	18
2.2.4 PCD3	18
2.2.5 PCD4.....	19
2.2.6 Způsoby programování PLC Saia	20
2.2.7 Saia PG5 Controls Suite	20
2.2.8 Graftec.....	21
2.2.9 Fupla.....	22
2.2.10 Instruction List Editor	23
2.2.11 Ostatní nástroje.....	24
3 VIZUALIZACE	25
3.1 VIZUALIZAČNÍ SOFTWARE CONTROL WEB	25
3.1.1 Aplikace v Control Webu.....	25
3.1.2 Vzhled Control Webu	27
3.1.3 Komunikace s PLC	27
II PRAKTICKÁ ČÁST	28
4 MODEL FONTÁNY	29
4.1 POPIS MODELU	29
4.1.1 Fyzikální princip pohybu míčku	29
4.2 KONSTRUKCE MODELU.....	31
4.2.1 Upevnění vodní trysky	31
4.2.2 Čerpadlo	32
4.2.3 Nálevka	32
4.2.4 Víko modelu.....	32
4.2.5 Ultrazvukové čidlo polohy.....	32
4.2.6 Ovládací skříň modelu	33

4.3	ÚDRŽBA MODELU	33
5	PROGRAMOVÁ ČÁST	34
5.1	PROGRAM ŘÍZENÍ MODELU POMOCÍ POČÍTAČE	34
5.2	PROGRAM HUDBA A FONTÁNA	35
5.2.1	Princip programu	35
5.2.2	Průvodce nastavením	36
5.2.3	Okno přehrávače	38
	ZÁVĚR	40
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	42
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	43
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	44
	SEZNAM OBRÁZKŮ	45
	SEZNAM PŘÍLOH.....	46

ÚVOD

Programovatelný automat, známý více pod anglickou zkratkou PLC-Programmable Logic Controller, nebo pod německou zkratkou SPS-Speicherprogrammierbare Steuerung, je relativně malé zařízení používané pro řízení procesů v reálném čase. Pro PLC je charakteristická jeho univerzálnost, protože jak už z názvu vypovídá, řídí procesy na základě uživatelského programu. Také fakt, že periferie těchto zařízení jsou uzpůsobeny přímo pro napojení na technologické procesy, z nich dělá nepostradatelný nástroj pro řízení technologických procesů v moderním průmyslu.

Rozsah použitelnosti těchto systémů také není zanedbatelný. První PLC zpracovávaly pouze dvojkovou logiku řízení. Později s rozvojem polovodičových součástek se rozšířila použitelnost také na zpracování analogových signálů, matematických funkcí až po možnost realizace složitých systémů řízení obsahující zpracování binárních signálů, analogových hodnot, komunikaci s jinými systémy, přenos dat, archivaci naměřených hodnot, vlastní diagnostiku, tiskové výstupy atd.

Dnešní moderní PLC se stále více podobají osobním počítačům. Ať už se jedná o zařízení s barevnými displeji nebo dokonce s vlastním operačním systémem. Tímto směrem se výrobci PLC uchylují hlavně z důvodů zjednodušení programování a zpřehlednění řídicích procesů.

Dalším prvkem pro takové zpřehlednění jsou vizualizační softwary, které vytváří rozhraní mezi člověkem a strojem, v tomhle případě PLC a celým řízeným systémem. Anglický výraz pro takové rozhraní - HMI/SCADA - tedy Human Machine Interface/Supervisory Control And Data Acquisition v překladu rozhraní člověk stroj/systémy pro průmyslové řízení a sběr dat, to v podstatě vystihuje ve svém názvu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY OBECNĚ

1.1 Historie PLC

Myšlenka použití počítačů v přímém řízení je jen o málo mladší než samy počítače. Pokusy o konstrukci počítačů použitelných v automatizaci, a tedy vyhovujících požadavkům na činnost v reálném čase, se datují již od konce 50. let minulého století. Stále rostoucí výkonnost a spolehlivost počítačů při současně klesající ceně a požadavcích na provozní podmínky vedly na začátku 70. let k situaci, kdy bylo možné reálně uvažovat o efektivním a masovém uplatnění počítačů v automatizaci. V té době bylo také projektováno mnoho automatizovaných systémů vybavených počítači. Stále však šlo o etapu pokusů a ověřování. Podle výsledků statistických šetření – provedených tehdy ústavem INORGA – bylo v oboru těžkého strojírenství a hutnictví na celém světě zhruba 60 % projektů počítačově automatizovaných systémů neúspěšných. Od této doby však počet aplikací i počet úspěšných projektů a dokončených děl plynule rostl. V cestě širšímu uplatnění počítačů v přímém řízení stála relativně velká cena počítačových systémů. Bylo co zlepšovat i ve spolehlivosti, výkonnosti a dalších parametrech důležitých pro aplikace. Všechny tyto problémy v jisté míře přetrvávají dodnes, ale již nejsou hlavní překážkou aplikací. Hospodárnost ale byla v 70. letech dvacátého století důvodem, který vedl ke konstrukci specializovaných počítačových systémů, jež se i v tehdejších podmínkách již dokázaly efektivně uplatnit v automatizaci v průmyslu.

Zmíněné specializované počítače našly uplatnění ve specifické oblasti automatizace – v ovládacích obvodech automatizovaných strojů a zařízení založených na řízení typu ano-ne. Univerzální počítačové systémy byly příliš drahé a pro daný úkol zbytečně složité. To platilo pro technické i pro programové vybavení. V této situaci se na trhu objevily specializované logické procesory a specializované programové vybavení orientované pouze na realizaci ovládacích funkcí. Takové počítačové systémy byly tehdy vyvíjeny a některé z nich i použity v celkem úspěšných projektech i v našem státě – např. počítač PPC4, vyvinutý v ČKD. Postupem času však výrazně poklesla cena stále zdokonalovaných univerzálních procesorů, které postupně nahradily jednocelové přístroje dosud používané ve speciálních aplikacích. V průběhu 80. let dosáhl vývoj úrovně srovnatelné s dnešním stavem. V té době se také pro programovatelné automaty vybavené počítači ustálilo označení PLC [1].

1.2 Současnost PLC

PLC jsou v současné době nejrozšířenějším typem řídicích systémů v průmyslu v mnoha aplikačních oblastech. Uplatňují se především v řízení dopravy nebo v oboru techniky budov. Moderních PLC se od prvních přístrojů tohoto druhu odlišují v mnoha směrech.

1.3 Konstrukce PLC

Z hlediska konstrukce lze programovatelné automaty dělit do skupiny kompaktních systémů a modulárních systémů.

Kompaktní systém (Obr. 1) obsahuje v jednom celku centrální procesorovou jednotku, digitální a analogové vstupně výstupní obvody. Rozšiřitelnost takových systémů je ale omezena.



Obr. 1. Kompaktní PLC

Modulární systém (Obr. 2) je takový systém, kde jsou jednotlivé komponenty celku rozděleny do modulu. Modulární systém lze jednoduše rozšiřovat a to v nepoměrně větším rozsahu než u kompaktních systémů.



Obr. 2. Modulární PLC

1.4 Prvky programovatelného automatu

Typické PLC z hlediska vnitřního uspořádání obsahuje centrální výpočetní jednotku, systémovou paměť, uživatelskou paměť, binární vstupy/výstupy, analogové vstupy/výstupy a několik dalších modulů jako čítače, komunikační moduly, speciální moduly a v neposlední řadě záložní paměťový modul **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**].

1.4.1 Centrální výpočetní jednotka

Centrální procesorová jednotka je jádrem celého programovatelného automatu a určuje jeho výkonnost. Bývá jednoprocesorová ale i víceprocesorová. U víceprocesorových systémů bývají někdy použity matematické koprocesory, vstupně výstupní procesory a někdy též komunikační procesory.

Důležitým charakteristickým parametrem centrální výpočetní jednotky je operační rychlost posuzovaná podle tzv. doby cyklu, což je doba zpracování 1000 logických instrukcí. Podle typu jednotky se pohybuje řádově od desítek milisekund až k desetínám milisekund u nejrychlejších jednotek [2].

1.4.2 Uživatelská a systémová paměť

Do uživatelské paměti se ukládá uživatelský program. Tato paměť bývá u starších modelů typu EPROM nebo EEPROM. Novější modely využívají již paměť FLASH. Paměti mají obvykle kapacitu řádově od desítek kB až po jednotky MB. A opět, novější modely již mají sloty pro paměťové karty.

V paměti dat, která musí být typu RAM, jsou umístěny uživateli dostupné uživatelské registry, zápisníkové registry, čítače, časovače a většinou i vyrovnávací registry pro obrazy vstupů a výstupů. Počet těchto registrů výrazně ovlivňuje možnosti programovatelného automatu. Adresovatelný prostor vymezený pro vstupy/výstupy omezuje počet připojitelných periferních jednotek. Důležitým parametrem jsou i rozsahy čítačů a časovačů. Většina modulárních automatů má dostupné i hodiny reálného času, případně i s kalendářem, které umožňují zahrnout do uživatelského programu úlohy využívající absolutní čas [2].

1.4.3 Binární vstupně výstupní jednotky

Binární vstupní jednotky slouží k připojování prvků pro tvorbu vstupů s dvouhodnotovým charakterem výstupního signálu, což mohou být např. tlačítka, přepínače, senzory doteku nebo přiblížení, dvouhodnotové senzory tlaku, hladiny, teploty apod.

K binárním výstupním jednotkám se obvykle připojují nejrůznější akční členy s dvouhodnotovým charakterem vstupního signálu. Mohou to být např. různá optická i akustická signalizační zařízení nebo cívky relé, stykačů, solenoidových ventilů, elektromagneticky ovládaných pneumatických či hydraulických rozvaděčů apod. [2]

1.4.4 Analogové vstupně výstupní jednotky

Analogové vstupní a výstupní jednotky zprostředkovávají kontakt PLC se spojitým prostředím. K analogovým vstupům lze připojit například snímače teploty, vlhkosti, tlaku, síly, hladiny, rychlosti, ale i většinu inteligentních přístrojů s analogovými výstupy. Důležitou součástí analogové vstupní jednotky je A/D převodník, který převádí analogové napěťové nebo proudové signály na číselné hodnoty.

Analogové výstupní jednotky slouží pro ovládání různých akčních členů se spojitým charakterem vstupního signálu, jako např. spojitě servopohony, frekvenční měniče, ale třeba i ručkové měřicí

přístroje apod. Analogová výstupní jednotka také obsahuje převodník, který převádí binární hodnoty na spojitý signál [2].

1.4.5 Čítače

Čítačové jednotky jsou určeny k čítání pulsů, jejichž perioda je srovnatelná nebo kratší, než je smyčka programu programovatelného automatu. Bývají k dispozici v provedení pro připojení univerzálních signálů, inkrementálních snímačů nebo absolutních snímačů. Všechny programovatelné automaty jsou také vybaveny softwarovými čítači, které se s výhodou používají v situacích, kdy není za potřebí použití čítačových jednotek [2].

1.4.6 Komunikační jednotky

Důležitou vlastností PLC systémů je schopnost komunikovat se vzdálenými moduly vstupů a výstupů, s podsystémy, se souřadnými i nadřízenými systémy, s operátorským panelem a s jinými inteligentními přístroji, s počítači a jejich sítěmi a tak vytvářet distribuované systémy. V drtivé většině používají moderní PLC ethernetové rozhraní pro komunikaci s vlastním okolím.

2 PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY SAIA

2.1 Historie společnosti Saia-Burgess Controls

- 1928** Založení Saia AG – společnosti pro výrobu automatických spínačů
- 1975** Vývoj prvních programovatelných (automatů). Tyto automaty se používaly pro výrobní stroje, vyvíjené a vyráběné pro vlastní potřebu.
- 1980** Uvedením programovatelného řídicího systému Saia PCA na trh se firma Saia stala z tradičního výrobce komponentů pro automatizaci také producentem řídicích systémů.
- 2000** Inovace v oblasti webových technologií/komunikací: vývoj zcela nových automatů s webovým serverem a s možností doplnění všech typových řad o komunikaci Ethernet TCP/IP.
- 2001** Založení Saia-Burgess Controls, Ltd. Nezávislá společnost je vytvořena z dřívější divize/obchodního úseku řídicích systémů.
- 2003** Saia-Burgess Group kupuje firmu Cetronic, společnost zabývající se vývojem zakázkové elektroniky
- 2005** Saia-Burgess Controls přebírá ze skupiny Saia-Burgess Group veškerou výrobu průmyslové elektroniky. Výroba čítačů/časovačů i firma Cetronic jsou integrovány do Saia-Burgess Controls, Ltd.
- 2006** V listopadu se Saia-Burgess Controls začleňuje do holdingu Johnson Electric Holdings, Ltd., společnosti s obratem 1,7 mld. USD. Sériová produkce široké škály moderních webových panelů vlastní výroby: od 3,5“ do 10,4“



Obr. 3. Historie společnosti Saia-Burgess Controls [3]

2.2 Rodina automatů Saia PCD

2.2.1 PCS1

Kompaktní automat s pevným počtem a sortimentem vstupů/výstupů (30 nebo 44 I/O). Díky své kompaktnosti a bohatým programovacím možnostem, které jsou totožné s automaty řad PCD, je ideálním automatem pro malé a střední úlohy v oblasti TZB. Má integrován webový server, rozhraní RS232 a RS485, volitelně může být doplněno další komunikační rozhraní, lze doplnit interní modem (analogový/ISDN/GSM) a koprocesor pro síť LON [4].



Obr. 4. Kompaktní automat řady PCS1

2.2.2 PCD1

Nejmenší člen z rodiny automatů PCD. Pro jeho rozšíření lze použít moduly pro PCD2. Jedná se také o kompaktní automat s integrovaným webovým serverem, čtyřmi pozicemi pro I/O moduly a s integrovaným rozhraním RS232. Paměť RAM je zálohována baterií a může být rozšířena až na 512 kB [4].



Obr. 5. Kompaktní automat řady PCD1

2.2.3 PCD2

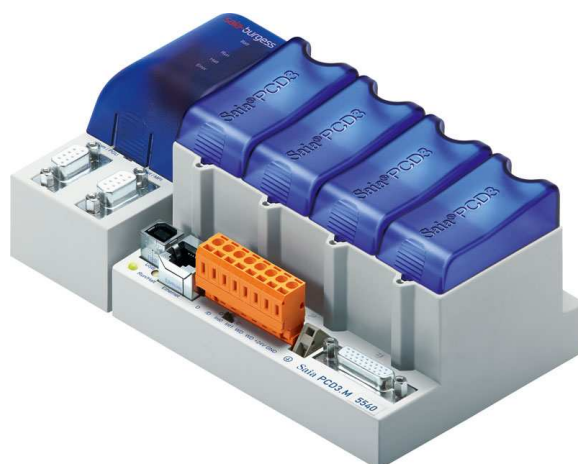
Nejpoužívanější typ programovatelných automatů SAIA. Jeho nejvýkonnější stanici PCD2.M480 lze rozšířit až pro 64 I/O modulů, což představuje až 1024 vstupů/výstupů. Tento typ má k dispozici až 8 sériových komunikačních rozhraní, dále USB rozhraní pro programování a integrovaný webový server [4].



Obr. 6. Kompaktní automat řady PCD2

2.2.4 PCD3

Programovatelné automaty řady PCD3 jsou nejnovější generací automatů PCD. Tyto typy jsou vybaveny rychlým procesorem Cold Fire. Jsou rozšiřitelné až na 64 I/O modulů. Ke komunikaci používají až 6 sériových rozhraní, USB rozhraní pro programování a některé typy i ethernetové rozhraní TCP/IP. Tyto typy mají také integrovaný webový server [4].



Obr. 7. Kompaktní automat řady PCD3

2.2.5 PCD4

I když se to podle názvu nezdá, programovatelné automaty řady PCD4 patří ke starším modelům. Jedná se o modulární systém rozšiřitelný až na 32 I/O modulů. Plně vybavený model PCD4.M170 má až 6 sériových rozhraní. PLC řady PCD4 mají integrovaný webový server.



Obr. 8. Modulární automat řady PCD4

2.2.6 Způsoby programování PLC Saia

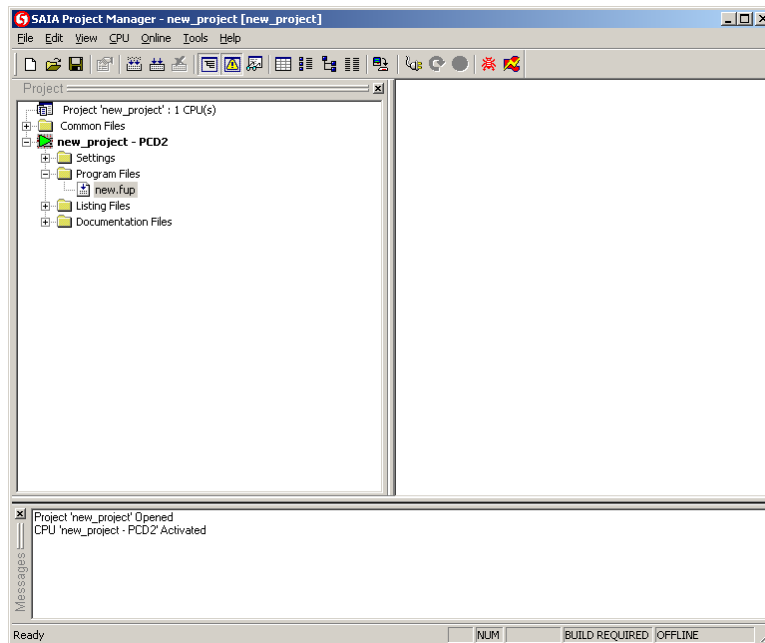
První automaty Saia byly programovány bez počítačového programu. Jediným potřebným nástrojem byl přístroj s malou klávesnicí. Dalším krokem byl vývoj jednoduchého řádkového editoru pro operační systém PCM. V následujících desetiletích vzrostly nároky na programovací nástroje takovým způsobem, že dnes jsou srovnatelné s nároky na hardware jak důležitostí, tak objemem nákladů na jejich vývoj. Přitom je i se současnými programovacími nástroji Saia nejnovější generace stále možné programovat i automaty, které byly vyvinuty před 15 lety.

2.2.7 Saia PG5 Controls Suite

Saia PG5 Controls Suite je komplet nástrojů pro programování, konfigurování, oživování a monitorování. Ústředním prvkem tohoto kompletu je nástroj Saia PG5 a je mnohem víc, než jen dobrý servisní a programovací nástroj pro programátory PLC. Při tvorbě aplikačních programů pomáhají jeho grafické aplikační moduly uživatelům snadno implementovat i ty nejsložitější automatizační úlohy, aniž by bylo nutné je programovat v jazycích fupla, instruction list či graftec.

Právě tímto způsobem se programuje většina aplikací pro Saia PCD. Existující knihovny od společnosti Saia-Burgess poskytují výkonnou a komplexní základnu zejména pro projekty v oblasti automatizace infrastruktury. S pomocí programovacího nástroje Saia® FBox-Editor mohou být vyvíjeny vlastní grafické moduly, odpovídající specifickým potřebám určitých aplikací.

Project Manager PG5 slouží pro organizaci projektu a všech CPU, které jsou v něm obsaženy. Umožňuje jejich konfiguraci, programování a vytváření příslušné dokumentace. Zajišťuje také překlad a zavádění aplikačních programů do jednotlivých automatů PCD. Většina programovacích nástrojů, které tvoří komplet PG5 Controls Suite a jsou vypsány dále, je volána právě z tohoto Project Manageru.

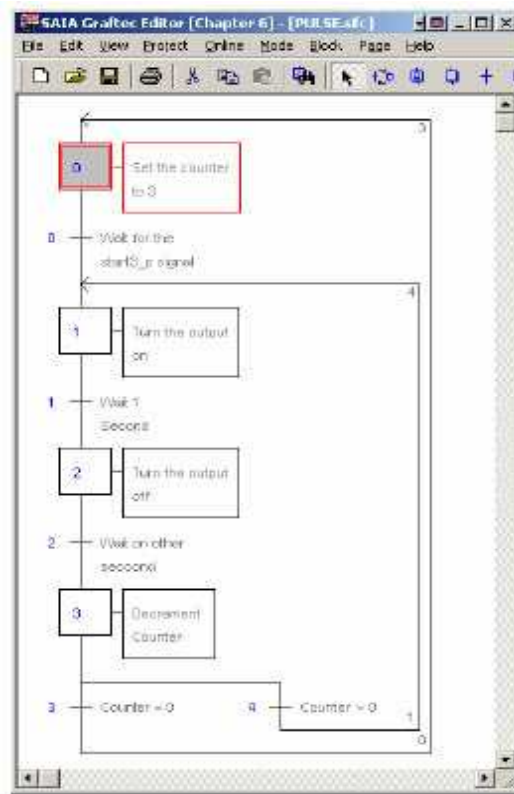


Obr. 9. Okno projektového manageru PG5

2.2.8 Graftec

Graftec je grafická programovací metoda, založená na posloupnosti krok-přechod. Jedná se v podstatě o obdobu vývojového diagramu. V Graftecu ale existují pouze dva elementy a to jsou právě elementy krok-přechod, které jsou navzájem propojeny za sebou nebo vedle sebe. Obsah jednotlivých elementů může být programován metodou instruction list nebo fupla.

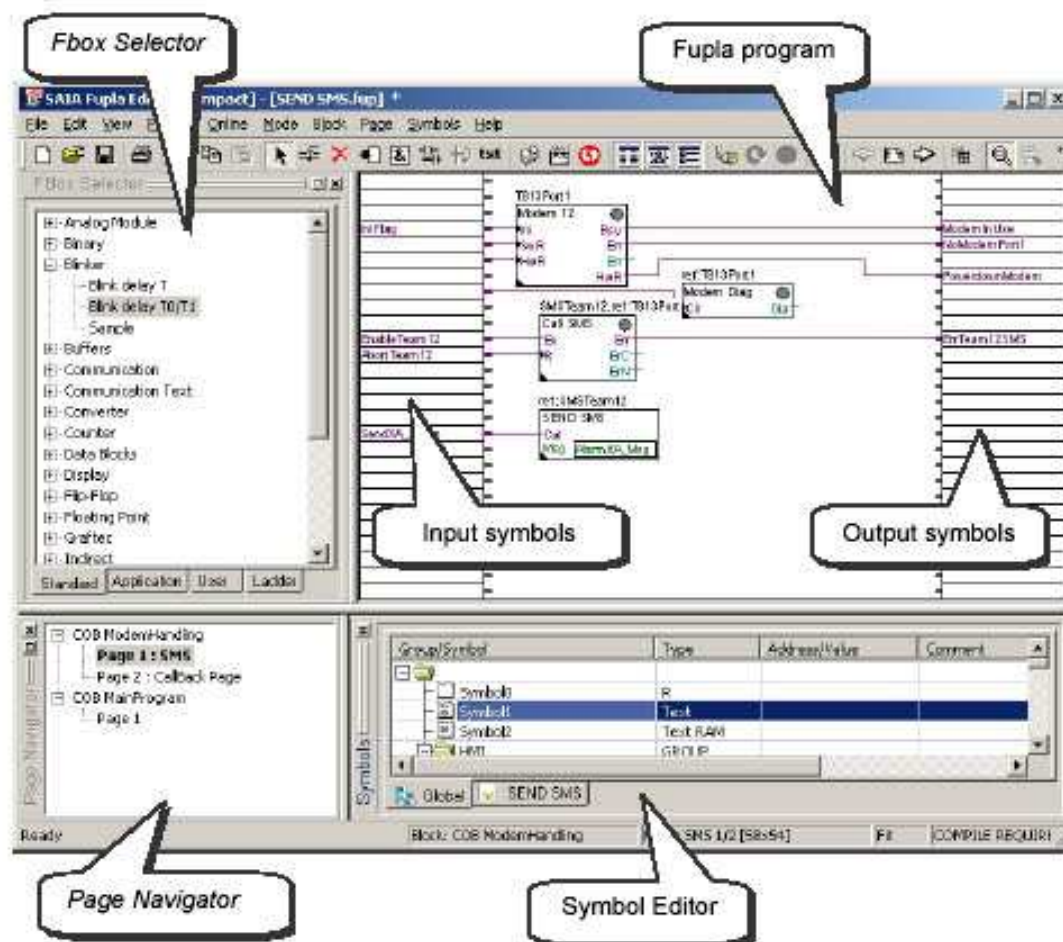
Graftec editor (SGraf), jako součást nástroje PG5 Controls Suite, vytváří sekvenční bloky Sequential Blocks (SB), které bývají volány tzv. cyklickým organizačním blokem Cyclical Organisation Block (COB). Pokaždé když je některý SB zavolán, je v závislosti na podmínkách vykonán zdrojový kód v něm obsažený. Následuje přechod, který může také obsahovat zdrojový kód a skok zpět na COB, který dle svého zdrojového kódu volá jiný SB.



Obr. 10. Graftec editor

2.2.9 Fupla

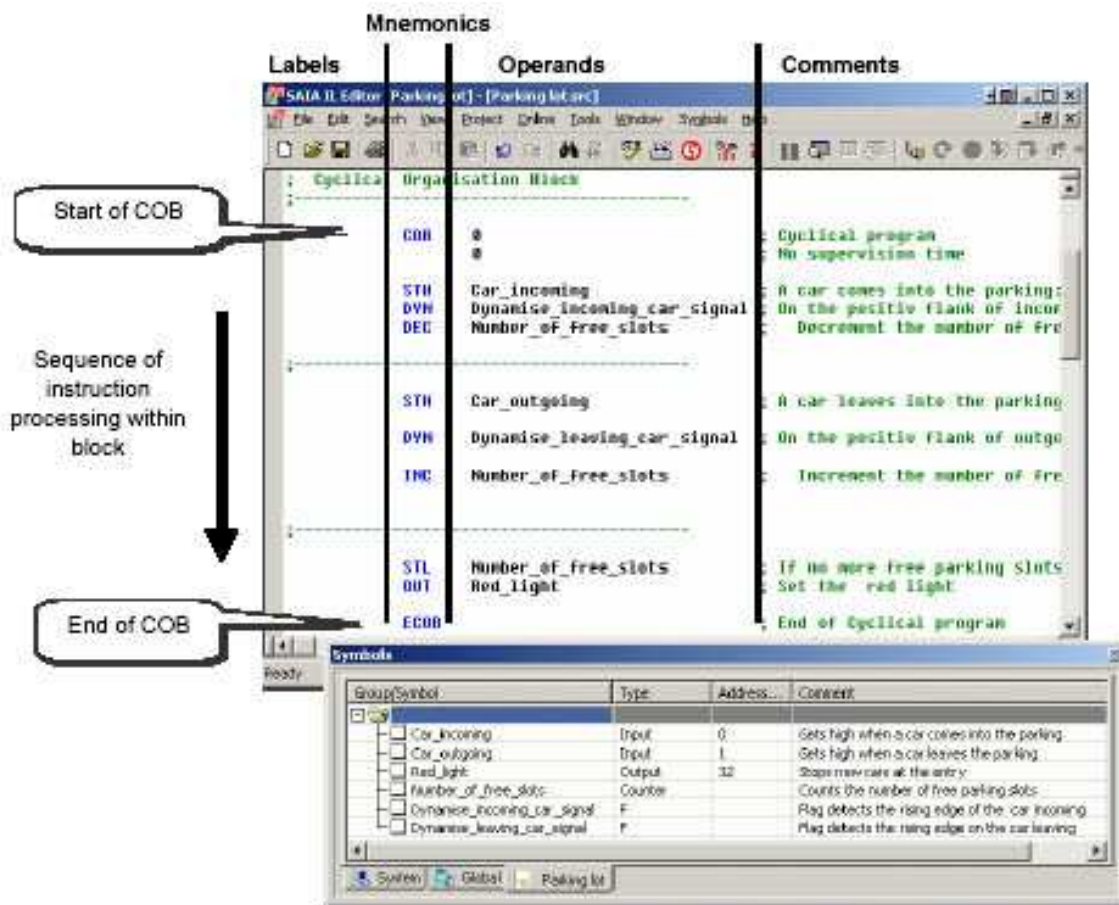
Fupla editor (SFup) je také graficky založený programový nástroj. Tzv. FBoxy jsou vkládány do prostoru mezi dva sloupce. Levý sloupec obsahuje vstupy a pravý výstupy. Každý FBox je v podstatě přeprogramovaný kus kódu uzavřený do grafické podoby. Tyto FBoxy jsou seřazeny podle své funkce v levé části editoru. Program vytvořený ve Fupla editoru může být rozdělen do oddělených programových bloků, které mohou být volány obdobným způsobem jako SB bloky v Graftecu. Takle možnost může program značně zpřehlednit, ovšem u rozsáhlejších programů je spíše lepší použít metodu Graftec.



Obr. 11. Fupla editor

2.2.10 Instruction List Editor

IL editor (SEdit) je nejflexibilnější a nejvýkonnější nástroj kterým může být PCD automat naprogramován. Jedná se o negrafické programovací prostředí, kde programátor zadává posloupnost instrukcí. Ze všech metod programování automatů řady PCD je tato nejbližší běžnému programování. Programování v instrukčním listu zajišťuje přenositelnost programu mezi jednotlivými typy PCD automatů, protože instrukční sada je u všech automatů stejná. IL editor obsahuje také diagnostický a testovací nástroj.



Obr. 12. Instruction List editor

2.2.11 Ostatní nástroje

Saia PG5 Controls Suite obsahuje také další nástroje pro nepřímé programování PCD automatů. Např. FBox Builder pro vytváření vlastních FBoxů, HMI Editor pro programování terminálů pro styk s obsluhou, Web Builder pro převod stránek do kódu zaveditelného do stanic PCD a.j.

3 VIZUALIZACE

Vizualizace je ve své podstatě shrnutí celého automatizačního procesu do grafické podoby. Je to vedle samotného řízení procesů jedno z nejdůležitějších odvětví automatizace. Správně provedená vizualizace poslouží jako nástroj dohledu a popř. i zásahu do řízeného systému.

V souvislosti s vizualizací se zavádí anglické pojmy jako HMI a SCADA. Human Machine Interface dříve označován jako MMI – Man Machine Interface, je označení pro většinou grafické rozhraní, které informuje operátora o stavu procesu a umožňuje zadávat operátorské příkazy.

Pojem SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition, je označení pro systém shromažďující údaje ze zařízení zapojených v řízeném procesu v reálném čase. V překladu zkratka SCADA znamená systémy pro průmyslové řízení a sběr dat.

3.1 Vizualizační software Control Web

Control Web je komponentové vývojové prostředí, které umožňuje flexibilně a rychle vytvářet distribuované vizualizační měřicí nebo řídicí aplikace.

3.1.1 Aplikace v Control Webu

V Control Webu můžeme vytvářet dva druhy aplikací - jednodušší, pouze datově řízené aplikace, nebo (z hlediska programovací náročnosti) složitější aplikace reálného času. Datově řízená aplikace pracuje cyklicky – maximální možnou rychlostí jsou načítána data z technologie, podle změny načtených dat jsou pak postupně aktivovány jednotlivé přístroje, které s těmito daty pracují.

Délka a četnost jednotlivých cyklů jsou jádrem Control Webu optimalizovány v širokých mezích a programátor je nemůže explicitně ovlivnit. Na druhé straně nemůže udělat chybu, která způsobí uvážnutí systému – což se může snadno stát při nedbalém programování aplikací reálného času.

Datově řízenou aplikaci je vhodné použít tehdy, kdy chceme data z technologie archivovat a vizualizovat bez potřeby precizně řídit časování těchto dějů, nebo při vizualizaci pomalu se vyvíjejících dějů.

Hlavní doménou uplatnění Control Webu jsou ovšem aplikace reálného času. Control Web zde poskytuje velké možnosti a prostředky pro optimální vyladění vytvářené aplikace vzhledem k

výkonnosti hardwaru, na němž se aplikace provozuje. Na rozdíl od datově řízené aplikace je však náročnější na programátorskou práci.

Pro optimální řízení časového průběhu komunikace s technologií a časování jednotlivých komponent v Control Webu je vyhrazen speciální prováděcí tok - tzv. časovací prováděcí tok, který má nastavenou vyšší prioritu, než ostatní prováděcí toky ostatních aplikací systému Windows. Operační systém zaručuje, že ze všech toků, které jsou v daném okamžiku schopny běžet (tedy nečekají a nespí), poběží vždy tok s nejvyšší prioritou. Časovací prováděcí tok proto díky své prioritě poběží přednostně právě tehdy, kdy bude potřeba.

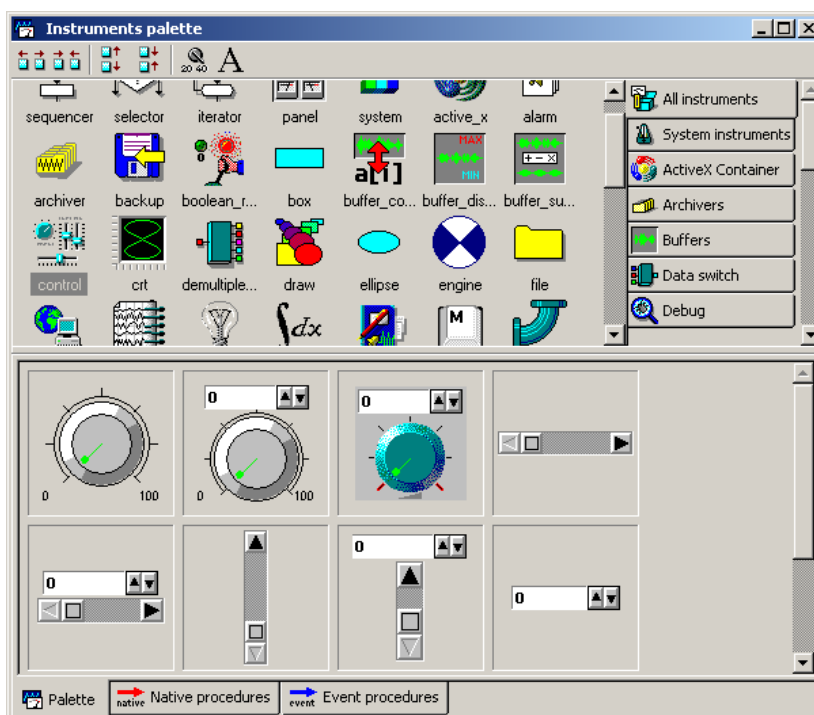
Časovací prováděcí tok se v průběhu aplikace stará o přípravu jednotlivých elementárních běhů - časových kroků jádra systému Control Web. Během těchto kroků se vždy nejprve uskuteční vstupní komunikace s technologií – postupně se načítají hodnoty z technologie do vstupních kanálů a provede se postupná aktivace přístrojů. Každému kanálu může být nastaven maximální časový interval, po který se čeká na úspěšné načtení příslušných dat z přístroje. Nedojde-li během tohoto intervalu k úspěšnému načtení dat, pak se pokračuje se čtením dat z dalšího kanálu a přístroje v daném časovém kroku počítají se starou hodnotou kanálu.

Po ukončení čtení časové jádro přistupuje k postupné aktivaci virtuálních přístrojů. Fronta přístrojů, čekajících na aktivaci může být v různých časových krocích různá. Každý přístroj může v průběhu své aktivace vyžadovat aktivaci jiného přístroje. Tyto požadavky registruje časovací prováděcí tok, který naplánuje asynchronní aktivaci přístroje. Časový prováděcí tok rovněž registruje i další požadavky na čtení dat z technologie, které mohou přicházet z běžících metod. V Control Webu přitom máme programové prostředky, které po požadavku na čtení umožní proceduru přerušit a umožnit pokračování časového kroku jádra aktivací dalších přístrojů a v dalším časovém kroku v provádění přerušené procedury pokračovat [5].

3.1.2 Vzhled Control Webu

Tvorba celé vizualizační aplikace je řešena systémem grafických panelů, na které si programátor vkládá jednotlivé přístroje. Přístroje zde reprezentují jednotlivé technologické prvky použité v řízeném systému a jejich výběr je přehledný v paletě nástrojů (Obr. 13). Každý přístroj má pak svého inspektora, kde lze nastavit jeho parametry.

Vzhled lze také pomocí funkce DataWiev do jisté míry přizpůsobit danému řízenému systému. Je možno např. nastavit vzhled pozadí panelu, nebo upravit si přístroje podle potřeby.



Obr. 13. Paleta přístrojů

3.1.3 Komunikace s PLC

Pro propojení programovatelného automatu s vizualizační aplikací je zapotřebí správně nastavit ovladač daného zařízení. K tomu slouží parametrický a mapovací soubor. Parametrický soubor definuje způsob fyzického připojení PLC k počítači a také rozsah a datový typ kanálů. Mapovací soubor tyto kanály upřesňuje. Kanály v Control Webu představují komunikační cesty mezi PLC a počítačem.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 MODEL FONTÁNY

Jako praktickou část své práce jsem navrhl a vyrobil model, který je řízen programovatelným automatem a tento systém je vizualizován programem Control Web.

4.1 Popis modelu

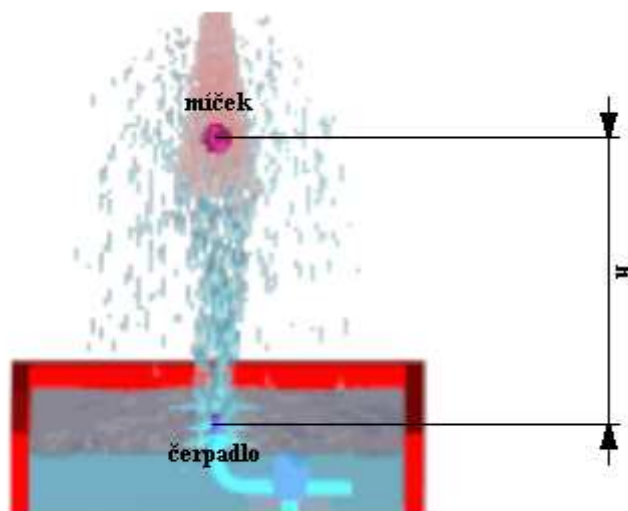
Model představuje fontánu s jednou tryskou. Tryska vytváří vodní sloupec, na jehož vrcholu se vznáší lehký míček (Obr. 14). Úroveň výšky hladiny, a tedy i polohy míčku, se reguluje v manuálním režimu potenciometrem na ovládací skříňce a v automatickém režimu pomocí programu v PLC. Ultrazvukové čidlo v horní části modelu snímá polohu míčku a posílá data přes analogový modul s převodníkem do programovatelného automatu. Model je připojen k PLC řady PCD2.

4.1.1 Fyzikální princip pohybu míčku

Význam slova levitace tak, jak je uveden v názvu této práce, fyzika popsat nedokáže. Obecně lze chápat levitaci jako vznášení určitého hmotného předmětu v rozporu se známými fyzikálními zákony. Levitace také často bývá oblíbený kouzelnický trik iluzionistů. Nejpřesněji lze tedy levitaci popsat jako vznášení hmotných objektů za překonání gravitace působením silného silového pole (např. magnetického pole vlivem supravodivosti). Toto nejlépe popisuje první a druhý Newtonův zákon.

První Newtonův zákon – zákon setrvačnosti – platí v okamžiku, kdy je výslednice sil působících na těleso (dále míček) nulová a míček tedy setrvává v klidu.

Druhý Newtonův zákon – zákon síly – platí v okamžiku, kdy na míček působí síla vodního sloupce a míček se pohybuje se zrychlením, které je přímo úměrné působící síle a nepřímo úměrné hmotnosti míčku.



Obr. 14. Levitace míčku

Celý děj lze popsat v soustavě jednoho hmotného bodu (Obr. 15).



Obr. 15. Soustava jednoho hmotného bodu

V soustavě jednoho bodu zanedbáváme odporovou sílu prostředí, která je i u míčku zanedbatelná. Síla F_G je tíhová síla tělesa a působí proti výslednici sil F . Výslednice sil (2) se skládá z tlakové síly uvnitř trysky a síly působící na míček. Tlaková síla je závislá na průřezu trysky a tlaku vody a síla působící na míček zase na výšce vodního sloupce. Jsou-li síly (1) a (2) vyrovnány, je míček v klidové poloze.

$$F_g = mg \quad (1)$$

$$F = pS + mgh \quad (2)$$

4.2 Konstrukce modelu

Model je vyroben z plexiskla tloušťky 4mm. Vnější rozměry modelu jsou Š/V/H 450mm/1000mm/450mm a tvoří jej několik částí (P I a P II).

4.2.1 Upevnění vodní trysky

Vodní tryska je vytvořena z injekční stříkačky (Obr. 16.) a je upevněna na výškově nastavitelném dně. Výška se nastavuje systémem nerezových šroubů v každém rohu dna. Správné nastavení dna do vodorovné polohy je důležité pro správnou funkci celé fontány a míček lépe drží na vodním sloupci



Obr. 16. Vodní tryska

4.2.2 Čerpadlo

Model je vybaven jedním nízkonapěťovým ponorným čerpadlem Barwig BWV 04 o výtlačné výšce 6 m a výkonu 10 l/min. Provoz čerpadla je při napětí 12 V omezen pouze na třicet minut. Čerpadlo je však chlazeno proudem vody a při použitém napětí v rozsahu do 9 V je doba provozu neomezena.

4.2.3 Nálevka

V případě pádu míčku z vodního sloupce je nutné zajistit jeho navrácení zpět na proud vody. Pro tento účel byla vyrobena nálevka, jejíž spodní část je protažena tryska a míček tímto místem nepropadne (P II). Tato nálevka je vyrobena z plexiskla tloušťky 2 mm.

4.2.4 Víko modelu

Vnitřní prostor modelu uzavírá víko, ke kterému je také připojeno ultrazvukové čidlo pro detekci polohy míčku. Toto čidlo není k víku pevně ukotveno a je možno ho použít i pro jiné účely. Ve víku jsou v každém rohu vyvrtány otvory pro odvětrávání.

4.2.5 Ultrazvukové čidlo polohy

Pro detekci polohy míčku na vodním sloupci je použito ultrazvukové čidlo německé společnosti Pepperl+Fuchs s označením UC2000-30GM-IUR2-V15 (Obr. 17.). Toto čidlo snímá polohu ultrazvukem v rozsahu od 80 mm až do 2000 mm. Čidlo je napájeno stejnosměrným napětím 10 až 30 V a výstupním signálem může být napětí v rozsahu 0 až 10 V nebo proud 4 až 20 mA. Právě napěťovým výstupem je čidlo připojeno k PLC přes ovládací skříň modelu ke vstupně výstupnímu modulu s 10bitovým převodníkem PCD2.W200.

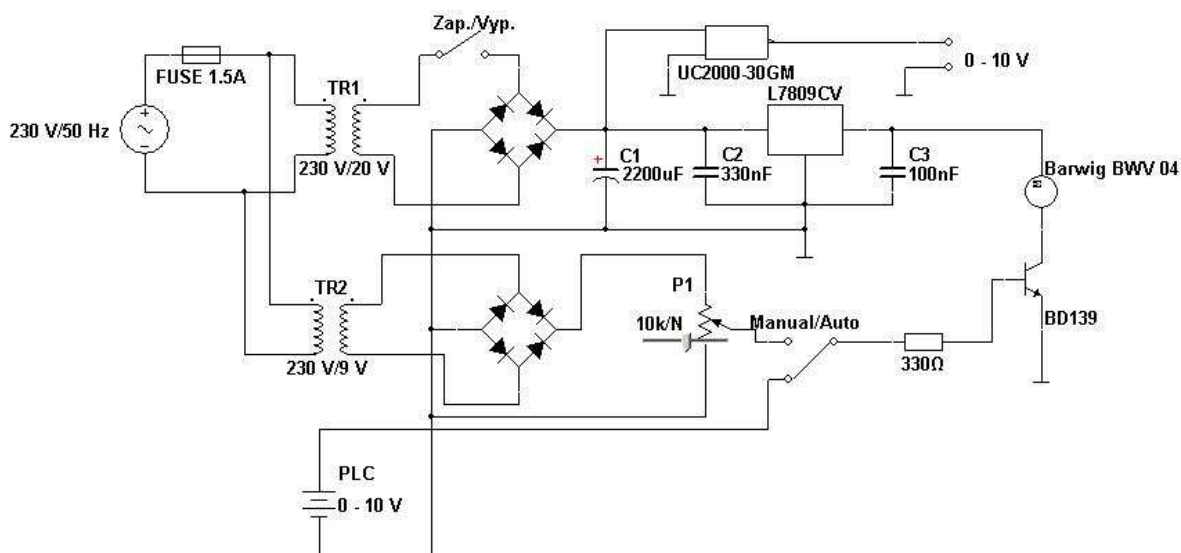


Obr. 17. Ultrazvukové čidlo UC2000-30GM-IUR2-V15

4.2.6 Ovládací skříň modelu

Ovládací skříň propojuje celý model s programovatelným automatem. Čelní část skříně obsahuje ovládací prvky pro manuální ovládání výkonu čerpadla. V zadní části je připojeno čerpadlo, čidlo a síťový kabel. Rozměry skříně jsou Š/V/H 150mm/90mm/250mm.

Uvnitř skříně jsou dva transformátory napětí pro napájení čerpadla a pro regulaci výkonu čerpadla. Řízení modelu obstarává obvod (Obr. 18.) s výkonovým tranzistorem, jehož bázi napájí výstup z PLC stejnosměrným napětím 0 – 10 V, nebo v manuálním režimu transformátor s usměrňovačem napětím 0 – 7 V. Druhý transformátor napětí napájí ultrazvukové čidlo a přes stabilizátor napětí také čerpadlo.



Obr. 18. Schéma řídicího obvodu

4.3 Údržba modelu

Nálevka, víko i dno s tryskou nejsou pro snadnější údržbu k modelu pevně přidělány. Vodu lze vypustit z místa, kde je z modelu vyveden kabel. K vytažení dna i nálevky slouží dva háky dodané k modelu. K čištění je vhodné použít vodu s jarem. Pro dlouhodobější udržení čistoty uvnitř modelu je použita technická destilovaná voda. Stěny modelu jsou ošetřeny chemickým přípravkem pro lepší odtok vody. Tento přípravek je k dostání v prodejně s autokosmetikou.

5 PROGRAMOVÁ ČÁST

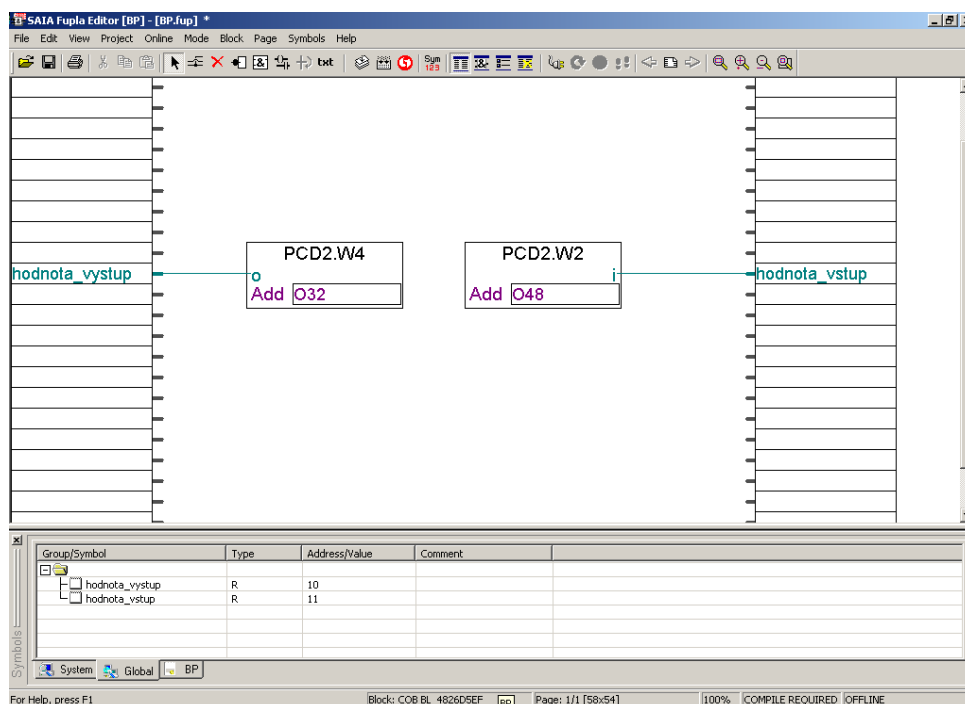
Pro vyrobený model jsem navrhl a zrealizoval dva programy pro řízení modelu. V prvním programu uživatel obsluhuje model pohodlně pomocí počítače. Program také vyhodnocuje data z čidla a přepočítává tato data na údaj o poloze míčku a nazval jsem ho *Řízení modelu pomocí počítače*.

Druhý program je obsáhlejší a jeho funkcí je synchronizace výšky vodního sloupce s hranou hudbou. Pro takové řízení modelu je použit princip DDE komunikace s jiným softwarem. Program jsem nazval *Hudba a fontána* a slouží jako ukázkový program pro model fontány.

Oba programy jsou vizualizovány pomocí SCADA/HMI softwaru Control Web 2000.

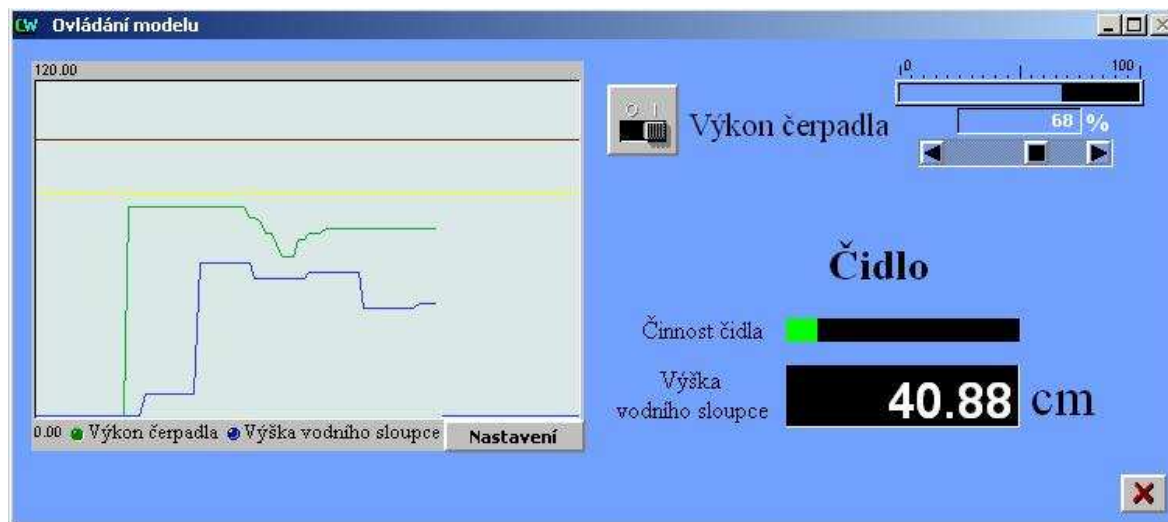
5.1 Program Řízení modelu pomocí počítače

První část programu pro řízení modulu je naprogramována metodou FUPLA přímo pro programovatelný automat. Program (Obr. 19.) je ve své podstatě velmi jednoduchý. Model fontány je připojen k PLC přes jeden vstupní modul PCD2.W200 na adrese O 42 a výstupní modul PCD2.W410 na adrese O 32. Tyto moduly mají v nástroji pro programování SAIA Fupla editor přímo nadefinován svůj Fbox. Pro tyto Fboxy je pouze potřeba nastavit fyzickou adresu, na kterou je modul připojen a nadefinovat proměnné pro čtení a zápis dat.



Obr. 19. Program pro PLC

Druhá část programu vizualizuje celý proces (Obr. 20). V grafickém rozhraní je zobrazen výstup z čidla, který je také přepočten na hodnotu udávající výšku vodního sloupce. V pravé horní části se jezdcem nastavuje výkon čerpadla v procentech a také je k dispozici graf, který zobrazuje činnost čidla a výšku vodního sloupce.



Obr. 20. Grafické rozhraní

Obě části programu jsou propojeny pomocí ovladače Saia PCD pro který jsou nadefinovány dva komunikační kanály. Jeden kanál jako výstupní z Control Webu nese informaci o nastaveném výkonu čerpadla a druhý kanál jako vstupní do Control Webu nese informaci z ultrazvukového čidla. Tato data jsou programem zpracována v různých procedurách přístroje. Pro výpočet výšky vodního sloupce je přepočítána hodnota z 10 bitového převodníku na hodnotu v centimetrech.

5.2 Program Hudba a fontána

Druhý navržený program řídí model fontány podle hrané hudby. Uživatel si navíc může zvolit skladbu, podle které bude model řízen. Program tedy není napsán pouze pro jednu skladbu a je tedy univerzální.

5.2.1 Princip programu

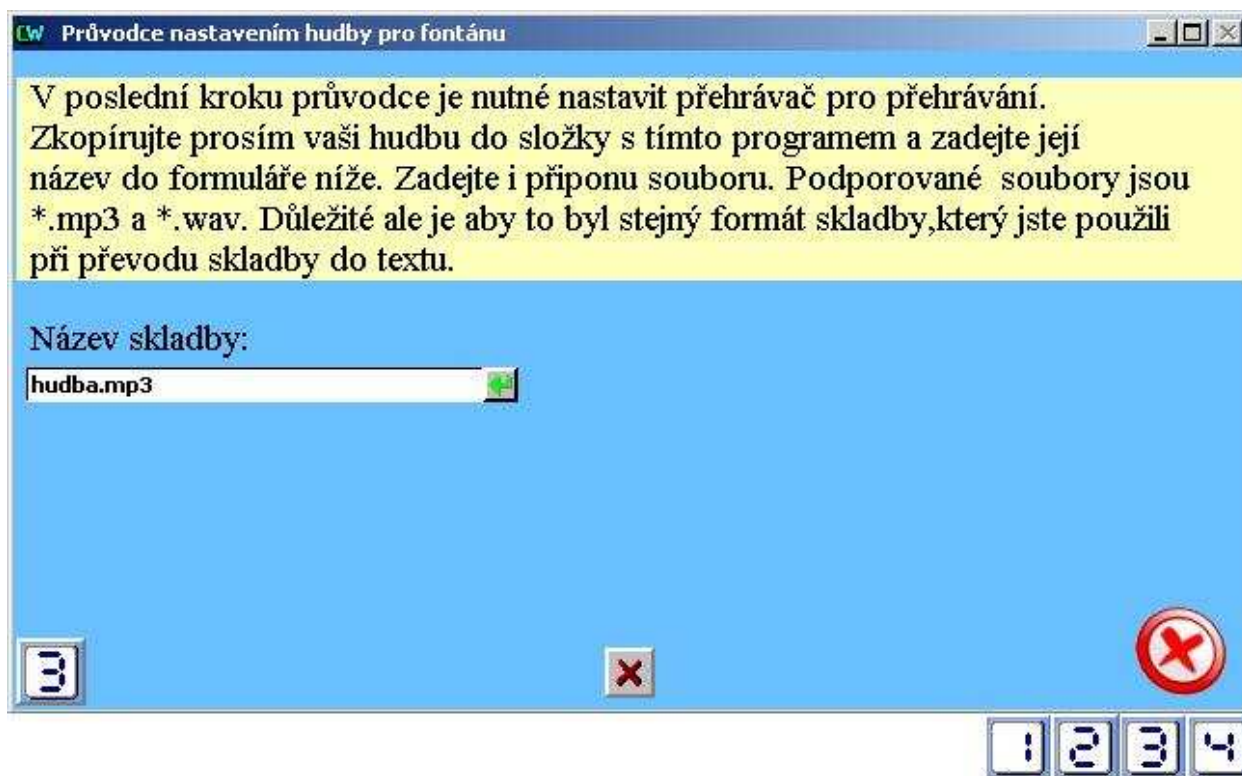
Pro správnou synchronizaci modelu fontány s hranou hudbou je nejdříve potřeba vhodným způsobem upravit skladbu. Pro tento účel dobře poslouží program Adobe Audition (<http://www.adobe.com/products/audition> a P III), který je ve zkušební verzi zdarma. Tento software převede skladbu na soubor špiček, který dále vhodně upraví na číselné rozměry a nakonec znormuje. Výslednou úpravu skladby lze pak uložit do textového souboru, který bude obsahovat normovanou číselnou hodnotu celé skladby. Tento textový soubor je ale pro další

použití příliš velký. Může obsahovat až několik milionů hodnot, a proto je zapotřebí tento soubor upravit. Navrhl jsem proto program s textovým rozhraním, které obsluhuje uživatel jednoduchými příkazy a který soubor upraví do výsledné podoby. Soubor bude nakonec obsahovat normované hodnoty pro každou sekundu skladby, které jsou pak použity dále v programu pro řízení skladby.

Samotné řízení je pak realizováno pomocí DDE komunikace s programem MS Excel, do kterého jsou data o skladbě importována. V Control Webu je nadefinován pro každou sekundu skladby jeden komunikační kanál pro DDE komunikaci a spuštěním přehrávače se z těchto kanálů postupně čtou data a jsou procedurami přístroje převedeny na údaj o výkonu čerpadla. A tento údaj je pak jedním komunikačním kanálem poslán do PLC.

5.2.2 Průvodce nastavením

Správná úprava souboru a jeho import do excelu je velmi důležitý krok, a proto jsem v Control Webu vytvořil grafického průvodce (Obr. 21). V tomto průvodci je i implementována aplikace pro úpravu textu a uživatel postupně v každém kroku nastavuje vše potřebné pro správný chod programu.

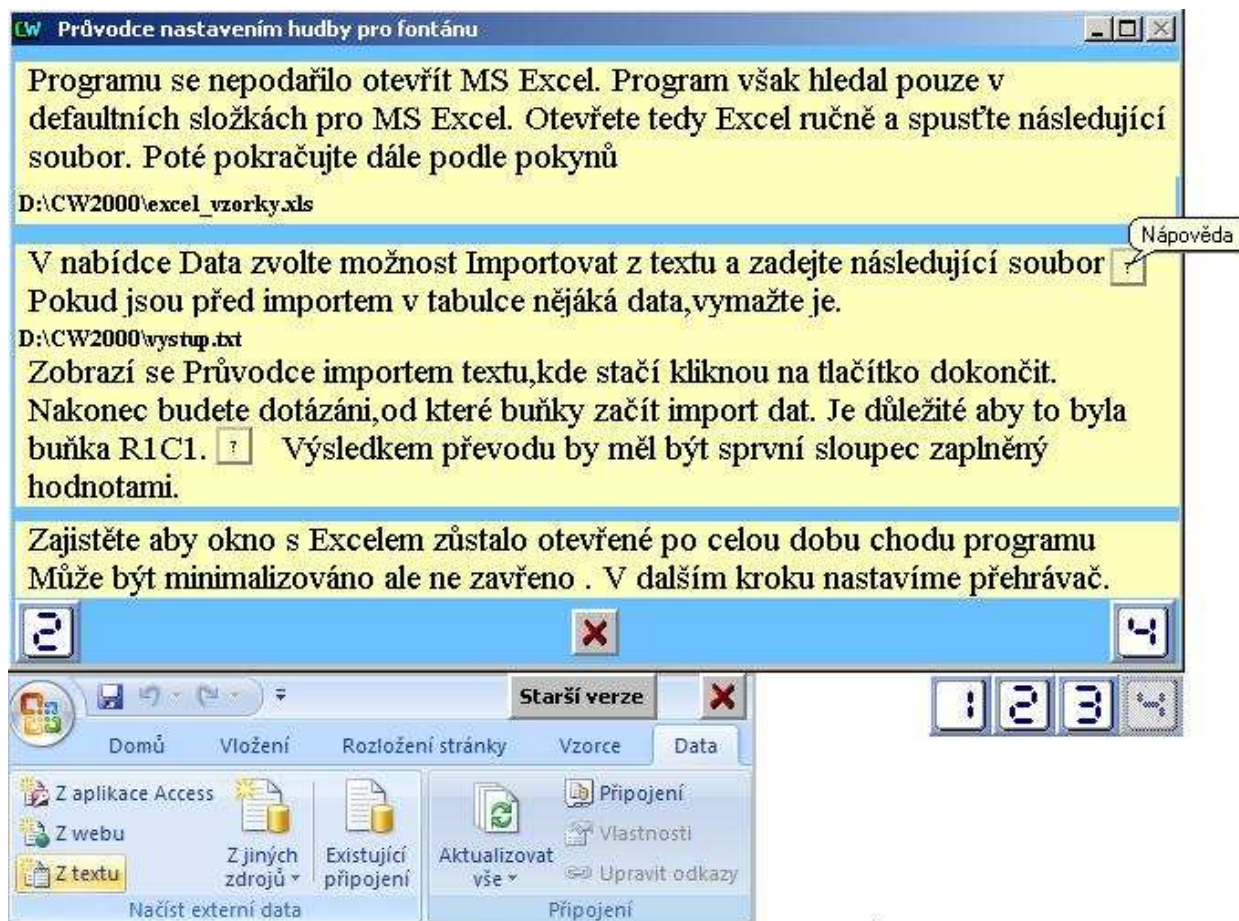


Obr. 21. Grafický průvodce nastavením

Průvodce má celkem čtyři kroky pro nastavení. V prvním kroku je uživatel seznámen s činností programu a připraven na všechny operace, které je potřeba vykonat. Mezi jednotlivými kroky průvodce je možné se pohybovat klikáním na očíslovaná tlačítka v dolních rozích okna, nebo přímo na panelu s tlačítky (Obr. 21).

Ve druhém kroku se spustí aplikace pro úpravu textu, ve které uživatel nastaví cestu k souboru s daty a provede převod těchto dat pro použití s fontánou. Po vykonání této operace musí uživatel tlačítkem zkontrolovat existenci výstupního souboru. Pokud soubor neexistuje, průvodce uživatele do dalšího kroku nepustí a navrhne mu nové spuštění aplikace pro převod souboru.

V dalším kroku se otevře aplikace MS Excel. Průvodce hledá umístění excelu v defaultních cestách, a pokud jej nenajde, tak vyzve uživatele k manuálnímu otevření excelu. Pro snadnější pochopení jsou v tomto kroku k dispozici také grafické nápovědy (Obr. 22).



Obr. 22. Nápověda průvodce

V posledním kroku průvodce je uživatel vyzván k nastavení přehrávače. Nejdříve musí manuálně zkopírovat přehrávanou skladbu do adresáře s programem a poté do dialogového okna zapsat název skladby. Červený křížek v pravém dolním rohu (Obr. 21) znamená, že skladba buď neexistuje, nebo její existence ještě nebyla ověřena. Pokud je však vše v pořádku, červený křížek zmizí a kliknutím na zelený symbol se průvodce ukončí a zobrazí se okno pro přehrávání.

Průvodce a všechny jeho součásti kromě tlačítek, jsou naprogramovány jako systém panelů. Panely mají totiž k dispozici více nativních procedur, pomocí kterých se jednotlivé panely v průchodu mezi kroky zobrazují a zase skrývají. Uživatel tak má dojem, že pracuje pouze v jednom okně, přičemž celý průvodce je vlastně několik panelů na sobě. Panely také mají možnost volby jakéhokoliv pozadí pomocí funkce DataView.

5.2.3 Okno přehrávače

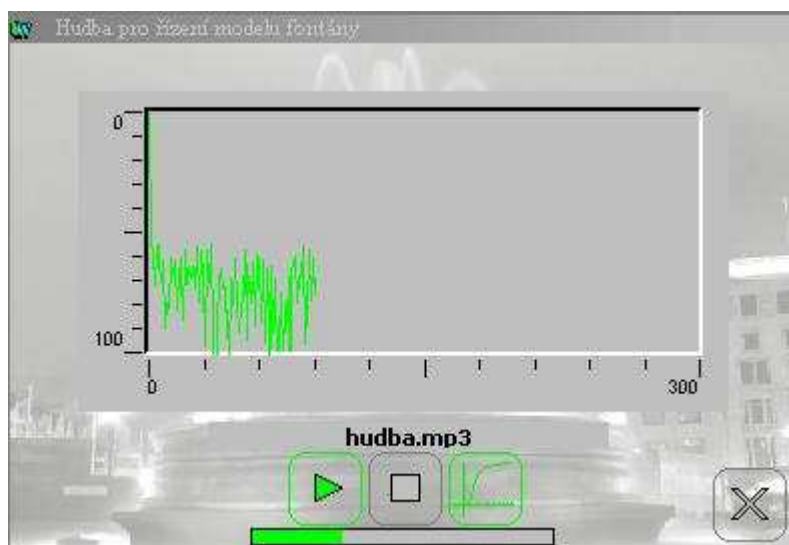
V okně pro přehrávání (Obr. 23) jsou uživateli k dispozici čtyři tlačítka. Tato tlačítka jsou z hlediska programu v Control Webu další panely, jejichž pozadí tvoří stejný výřez obrázku, jako je na pozadí. Tlačítka tedy na uživatele působí jako by byla součástí celého pozadí. Pokud je tlačítko aktivní, jsou jeho okraje zelené.



Obr. 23. Okno pro přehrávání

Tlačítko pro zobrazení grafu, zobrazí okno (Obr. 24) s průběhem výkonu čerpadla v závislosti na čase. Tlačítkem stop se celé přehrávání zastaví a vymažou se data grafu. Přehrávání lze vždy spustit od začátku kliknutím na tlačítko pro přehrávání. Toto tlačítko má v proceduře OnMouseDoubleClick() mimo jiné i systémový příkaz pro spuštění aplikace Windows Media

Player. Příkaz přehrávači také předá jako parametr název skladby, kterou také začne ihned přehrávat. Tlačítko stop zase obsahuje ve stejné proceduře příkaz pro zastavení přehrávače.



Obr. 24. Okno pro přehrávání se zobrazeným grafem

Ve spodní části pod tlačítka je bar pro grafické zobrazení času. Pro odpočet času je použita systémová proměnná `run_time_msec`, která v sobě nese informaci, jak dlouho běží Control Web od okamžiku svého spuštění v milisekundách. Kliknutím na tlačítko pro přehrávání se také, kromě spuštění přehrávání, do proměnné `start_cas` uloží aktuální hodnota `run_time_msec` a od této chvíle je aktuální čas přehrávání vypočítáván vztahem

$$\text{cas} = ((\text{run_time_msec} - \text{cas_start}) / 1000);$$

Celková doba přehrávání je však omezena počtem definovaných kanálů v DDE komunikaci na pět minut.

ZÁVĚR

Cílem v této práci bylo navržení a realizace nového modelu pro účely výuky předmětu Programovatelné automaty. V teoretické části práce jsem se zaměřil především na popis programovatelných automatů švýcarské společnosti Saia – Burgess. Tyto automaty obsazují na trhu s automatizační technikou podstatnou roli, ať už při širokém využití v průmyslu, v dopravě nebo v obsluze budov. V praktické části jsem pak na zrealizovaném modelu ověřoval výhody použití programovatelných automatů a vizualizačních softwarů v praxi.

Mezi podstatné výhody programovatelných automatů Saia patří jejich velmi jednoduchý a přehledný způsob programování. Vývojový software PG5 Controls Suite už si jistě prošel svým vývojem a zřejmě již dosáhl svého vrcholu. Zejména pro programátory znamená grafický způsob programování méně náročných aplikací ušetření práce a zpřehlednění celého programu. I z jiných hledisek jsou tyto automaty v řídicí technice nepostradatelné. Ať už svým všestranným využitím, nebo také možností propojení více automatů, je tímto způsobem možno řídit prakticky jakýkoliv systém.

Snad jedinou nevýhodou programovatelných automatů je jejich cenová náročnost. Avšak pro velké průmyslové podniky je to, po stránce ekonomické, výhodná investice.

Při realizaci modelu fontány jsem musel řešit několik podstatných otázek pro správnou činnost modelu. Mezi tyto otázky patřilo především vyřešit navrácení míčku na vodní sloupec v případě jeho pádu. Nálevka se ukázala být velmi vhodným řešením. Další otázka k vyřešení byla vhodná volba čerpadla a trysky. Rozdíl několika desetin milimetrů v průměru ústí trysky, znamenalo pro stejný výkon čerpadla, rozdíl ve výšce vodního sloupce i několika centimetrů. A volba vhodného míčku byla také jedna z důležitých otázek. Nakonec tvoří trysku běžná injekční stříkačka a na vodním sloupci balancuje míček pro stolní tenis. Dále pro fyzické řízení modelu byl navrhnut v celku jednoduchý obvod s výkonovým tranzistorem a možností manuálního ovládnutí výkonu čerpadla. A konečně řešením detekce polohy míčku na vodním sloupci byl výběr vhodného ultrazvukového čidla, které navíc není pevnou součástí modelu a lze jej využít i pro jiné účely.

Další částí mé práce bylo téma vizualizace. I přes stále se zdokonalující řídicí techniku je dozor či zásah člověka stále nutný. Existuje nespočet softwarů pro tvorbu vizualizačních aplikací a v podstatě všechny jsou založeny na příjemném a přehledném vzhledu. Možnosti jsou ve většině případů omezeny pouze fantazií programátora.

Většina laiků ani netuší, že programovatelné automaty vůbec existují a zřejmě také ani netuší, jak moc tyto automaty náš život v moderním světě ovlivňují. A stále drží krok s dobou a v blízké budoucnosti se historií určitě nestanou.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

Main goal in this work is to project new model and its realization with the view of education of Programmable Controllers subject. I focused mainly on programmable controllers by the Swiss company Saia – Burgess description in theoretic part of this work. These controllers hold substantial position at its broad-spectrum industry utilize. In practical part, I proved advantages of programmable controllers and visualization software usage in practice.

Easy and transparent ways of Saia programmable controllers programming are their greatest advantage. Programming tools set PG5 Controls Suite has been developed and reached its own top. Mainly for programmers, the graphical way of programming means less work and simplification of applications. And by its broad usage, are programmable controllers indispensable too.

Only one disadvantage of programmable controllers is their high price. But for large industry companies these controllers are good investments.

I had to solve many tasks for correct model function, when I was realized it. Main task was to secure ball holding on column of water and ball return to water column, it has been resolved by usage of special arrangement looking like funnel. The suitable choice of water pump, adjutage and ball has been solution of another important task. Suitable modified medical syrette as adjutage and table tennis-ball, has been used for this purposes. For physical actuation of water pump, the easy electric circuit with operating transistor has been created. And last but not least the ultrasonic sensor is used for ball position detection, which in addition is not solid component of model and can be use for other purposes.

Another part of my work is visualization theme. It is still better to keep supervision by human even if control systems are still superior. There are countless software for create visualization applications and basically all of it are based on comfortable and transparent appearance. Possibilities are restricted, in most cases only by programmer's imagination.

Most of unadept public don't know, that programmable controllers ever exist. And they obviously also don't know, how much these controllers affect our life in modern society. And programmable controllers still keep up and they surely won't become history in near future.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] CENDELÍN, Jiří. Historie programovatelných automatů a jejich současné efektivní použití. *Automa* [online]. 2004, roč. 3, č. 06 [cit. 2008-04-22]. Dostupný z WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=28831>
- [2] MARTINÁSKOVÁ, Marie, ŠMEJKAL, Ladislav. *Řízení programovatelnými automaty*. Praha : Vydavatelství ČVUT, 1998. 165 s.
- [3] Historie firmy Saia-Burgess Controls. *SBsys* [online]. 2007 [cit. 2008-04-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.sbsys.cz/saia-burgess-controls/historie.php>>.
- [4] Rodina automatů Saia PCD. *SBsys* [online]. 2007 [cit. 2008-04-29]. Dostupný z WWW: <<http://www.sbsys.cz/produkty/saia-pcd-automaty-saia-pcd.php>>.
- [5] CONTROL WEB - OBJEKTIVÉ VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ (NEJEN) PRO PRŮMYSLOVÉ APLIKACE. <http://honor.fi.muni.cz> [online]. 2004 [cit. 2008-04-30]. Dostupný z WWW: <<http://honor.fi.muni.cz/tsw/2000/044.pdf>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- PLC Programmable logic controller – anglický výraz pro programovatelný automat
- SPS Speicherprogrammierbare Steuerung – německý výraz pro programovatelný automat
- DDE Dynamic Data Exchange – komunikační protokol

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Kompaktní PLC	11
Obr. 2. Modulární PLC	12
Obr. 3. Historie společnosti Saia-Burgess Controls [3]	16
Obr. 4. Kompaktní automat řady PCS1.....	17
Obr. 5. Kompaktní automat řady PCD1	17
Obr. 6. Kompaktní automat řady PCD2.....	18
Obr. 7. Kompaktní automat řady PCD3	19
Obr. 8. Modulární automat řady PCD4.....	19
Obr. 9. Okno projektového manageru PG5.....	21
Obr. 10. Graftec editor	22
Obr. 11. Fupla editor	23
Obr. 12. Instruction List editor.....	24
Obr. 13. Paleta přístrojů	27
Obr. 14. Levitace míčku	30
Obr. 15. Soustava jednoho hmotného bodu	30
Obr. 16. Vodní tryska.....	31
Obr. 17. Ultrazvukové čidlo UC2000-30GM-IUR2-V15	32
Obr. 18. Schéma řídicího obvodu.....	33
Obr. 19. Program pro PLC	34
Obr. 20. Grafické rozhraní	35
Obr. 21. Grafický průvodce nastavením	36
Obr. 22. Náповěda průvodce.....	37
Obr. 23. Okno pro přehrávání	38
Obr. 24. okno pro přehrávání se zobrazeným grafem.....	39

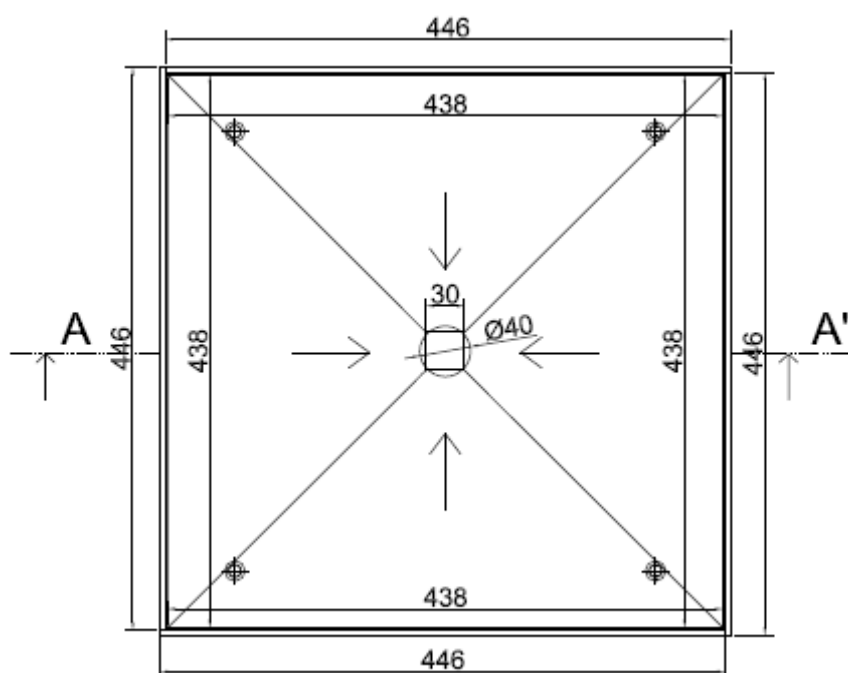
SEZNAM PŘÍLOH

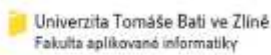
P I Půdorys

P II Řez A-A

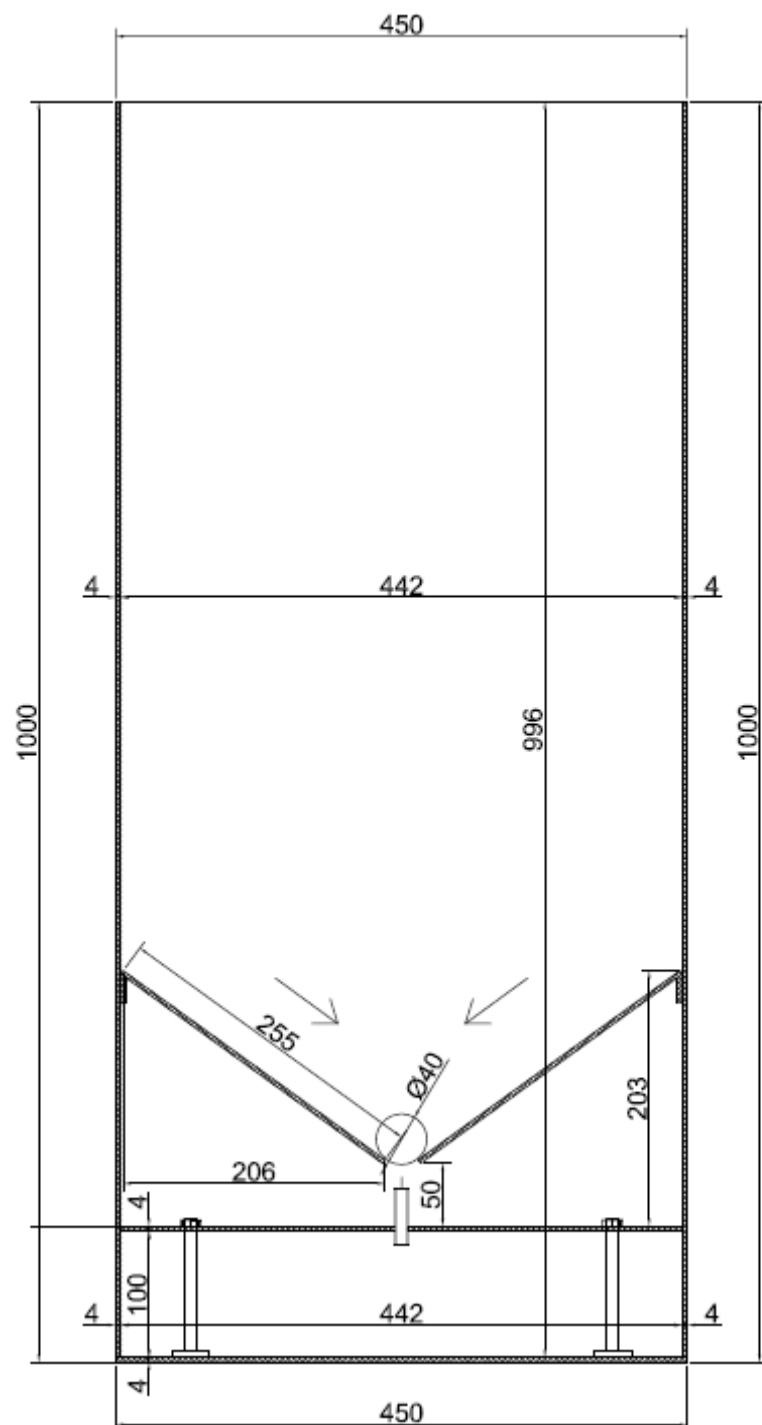
P III CD-ROM Model fontány


PŘÍLOHA P I: PŮDORYS, MĚŘÍTKO 1:6



PŮDORYS			
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			
NÁZEV:	MODEL FONTÁNY	DATUM:	2008/05
VYPRACOVAL:	ONDŘEJ VRZAL	MĚŘÍTKO:	1:6

PŘÍLOHA P II: ŘEZ A-A, MĚŘÍTKO 1:6



ŘEZ A-A'		 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně Fakulta aplikované informatiky	
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE			
NÁZEV:	MODEL FONTÁNY	DATUM:	2008/05
VYPRACOVAL:	ONDŘEJ VRZAL	MĚŘÍTKO:	1:6