

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

KATEDRA ELEKTROMECHANIKY A VÝKONOVÉ ELEKTRONIKY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Náhrada stávajícího reléového řídicího systému pomocí PLC

vedoucí práce: Ing. Martin Pittermann Ph.D.

2012

autor: Jan Kumstát

ANOTACE

Tato bakalářská práce je zaměřena na použití programovatelného automatu při ovládní motoru na kuželkářské dráze. Ovládní motoru bude zajišťovat programovatelný automat PLC SIMATIC S7-300 od firmy SIEMENS. K naprogramování byl použit software STEP7.

Klíčová slova: programovatelný automat, PLC, STEP7, SIMATIC, SIEMENS

ANNOTATION

This bachelor thesis is focused on the use of programmable logic controller to control the motor to a nine-pins alley. Programmable logic controller PLC SIMATIC S7-300 from SIEMENS will provide operating the motor. The programming software was used STEP7.

Key words: programmable logic controller, PLC, STEP7, SIMATIC, SIEMENS

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Martinu Pittermanovi, Ph.D. z Katedry elektromechaniky a výkonové elektroniky, panu Ing. Josefu Šeborovi za odbornou pomoc a jejich cenné rady. Dále bych chtěl poděkovat své rodině za přetrpěné 4 roky, kdy mě po dobu studia živila a umožnila dostat se až k tomuto bodu mého studia. Dále děkuji kamarádům a spolubydlícím, bez kterých by bylo studium velmi nudné.

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě svoji bakalářskou práci, kterou jsem zpracoval na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni
Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.
Veškerý použitý software, potřebný pro napsání této práce, byl legální.

V Plzni

.....

Jan Kumstát
Podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	10
1. Programovatelné automaty obecně	11
1.1 Popis PLC.....	11
1.2 Historie PLC.....	11
1.3 Využití PLC v současnosti.....	12
1.4 Konstrukce PLC.....	12
1.5 Prvky programovatelného automatu.....	13
1.5.1 Centrální výpočetní jednotka.....	13
1.5.2 Uživatelská a systémová paměť.....	13
1.5.3 Číslicové vstupně výstupní jednotky.....	14
1.5.4 Analogové vstupně výstupní jednotky.....	14
1.5.5 Čítače.....	14
1.5.6 Komunikační jednotky.....	15
2. Výběr vhodného automatu	16
2.1 Požadavky pro výběr vhodného PLC.....	16
2.2 Odpovídající PLC.....	17
2.2.1 Siemens S7-300.....	17
2.2.2 MicroLogix1200.....	17
2.2.3 Tecomat TC650.....	18
2.2.4 JUMO mTRON T 70.5001.....	19
2.3 Odůvodnění výběru.....	20
3. Programovací software STEP7	21
3.1 Popis programu STEP7.....	21
3.2 Nastavení funkčního spojení se simulátorem PLC SIMATIC S7.....	21
3.3 Adresace a HW konfigurace.....	23
3.4 Skladba programu v projektu v SIMATIC Manageru.....	23
3.5 Použití diagnostické funkce STEP7 pro PLC.....	23
4. Vývoj programu	26
4.1 Vývojový diagram ideálního procesu.....	26
4.2 Externí přerušení.....	27
4.2.1 Volba před spuštěním procesu.....	27
4.2.2 Chyba hráče.....	27

4.2.3. Červená karta.....	28
---------------------------	----

ZÁVĚR

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

SEZNAM OBRÁZKŮ

SEZNAM PŘÍLOH

ÚVOD

Toto téma bakalářské práce jsem si zvolil sám. Již na střední škole, kde jsem zlehka nakoukl do tajů automatizace, mě automatizace naprosto fascinovala. Potenciál tohoto technického odvětví, podle mě, ještě zdaleka nedosáhl své hranice. Touto bakalářskou prací bych chtěl přispět i já svoji trochou do mlýna, k rozvoji tohoto oboru. Jelikož jsem se zhruba před 9 lety začal věnovat aktivně kuželkám, sice na velmi amatérské úrovni, napadlo mě spojit školu se zábavou. Téma této bakalářské práce mě napadlo ve chvíli, kdy jsme na kuželnu potřebovali koupit nové automaty. Rozhodovali jsme se o koupi již plně automatizovaných stavěčů, ale nedosáhli jsme na potřebný obnos financí. Byli jsme tedy nuceni koupit starší automaty, řízené pomocí relé. Nápad byl tedy nasnadě. Vytvořit si svépomocí vlastní plně automatizované automaty pro řízení stavěčů s využitím stávajících prostředků. Tedy vyměnit reléovou řídicí logiku za funkční programovatelný logický automat pro posuvný motor.

Programovatelný logický automat, anglicky Programmable logic controller – PLC, je malé zařízení, které využívá nahraného uživatelského programu pro řízení procesů v reálném čase. Jeho univerzálnost je jeho velkou předností. Některá PLC jsou osazena malým počtem vstupů a výstupů, ty se hodí pro řízení méně náročných aplikací. V dnešní době, kdy se navrhuje stále složitější procesy a aplikace, jsou zapotřebí řídicí jednotky s větším počtem vstupů a výstupů. PLC dříve zpracovávaly jen dvojkovou logiku, tedy digitální signál. S nástupem polovodičových součástek se PLC uzpůsobilo také ke zpracování analogových signálů. Pokrok umožnil dnešním moderním PLC například komunikovat s jinými systémy, přenášet data mezi nimi, archivovat naměřené hodnoty, dokáží provádět vlastní diagnostiku atd.

Touto bakalářskou prací bych chtěl osvěžit své znalosti v oboru automatizace a pomoci při rekonstrukci a modernizování naší vesnické kuželny.

1. Programovatelné automaty obecně

1.1 Popis PLC

PLC je Programmable Logic Controller tedy programovatelný automat. Programovatelné automaty (dále PLC) jsou zařízení, které za pomoci programu řídí činnost v oblasti průmyslových a technologických procesů.

PLC dnes tvoří páteř průmyslové automatizace. Jsou vhodné pro řízení jednotlivých strojů, jednodušších procesů, výrobních linek, podsystémů velkých technologických procesů.

1.2 Historie PLC

S myšlenkou použití počítačů v přímém řízení si lidstvo pohrává už od samého vzniku počítačů samotných. Problémem bylo řízení procesů v reálném čase. Pokusy o sestavení počítačů použitelných v automatizaci, vyhovující na řešení úloh v RT, se datují od 50. let minulého století. Neustálý vývoj, tedy výkonnost a spolehlivost, počítačů a s ním klesající ceny výrazně pomohli k efektivnímu a masovému uplatnění počítačů v automatizaci již v 70. letech. Na počátku se ovšem jednalo převážně o pokusy a jejich neúspěšnost byla celkem vysoká. Okolo 60%. Od získání prvních informací a zkušeností ale počet úspěšných projektů a dokončených systémů plynule rostl. Od masového uplatnění počítačů v přímém řízení odrazovala, v té době, stále vyšší cena počítačových systémů. Nadále tu bylo co zlepšovat ve spolehlivosti, výkonnosti a dalších parametrech důležitých pro aplikace. S těmito problémy se setkáme i dnes, ale dnes už nejsou hlavní překážkou aplikací. Efektivní uplatnění automatizace v průmyslu přinesla až konstrukce specializovaných počítačových systémů.

Specializované počítače našly použití ve úzké oblasti automatizace, a to v ovládacích obvodech automatizovaných strojů a zařízení založených na řízení typu ano-ne. Použití univerzálních počítačových systémů bylo nákladné a zbytečně složité. To platilo technické i programové vybavení. Toto vedlo k tomu, že se na trhu objevily specializované logické procesory a programové vybavení zaměřené pouze na ovládací funkce. Takové systémy byly vyvíjeny a i použity v našem státě – např. počítač PPC4, vyvinutý v ČKD. Postupný pokles ceny univerzálních počítačových systémů byl hlavní

příčinou jejich nahrazení na úkor jednoúčelových přístrojů používaných ve speciálních aplikacích. Označení PLC bylo zavedeno v průběhu 80.let, kdy dosáhl vývoj úrovně srovnatelné s dnešním stavem. [1].

1.3 Využití PLC v současnosti

Dnes je PLC nejrozšířenějším typem řídicích systémů v průmyslu, dopravě nebo v oboru techniky budov. Moderní PLC se od prvních přístrojů tohoto druhu odlišují v mnoha směrech.

1.4 Konstrukce PLC

Z konstrukčního hlediska dělíme PLC na dvě skupiny. Na skupinu kompaktních PLC a na skupinu modulárních PLC.

Kompaktní PLC(Obr 1.) obsahují veškeré vybavení v jednom celku. Mezi vybavení patří centrální procesorová jednotka, digitální a analogové vstupně výstupní obvody. Nevýhodou u kompaktních systémů je prakticky nulová rozšiřitelnost modulů.



Obr. 1. Kompaktní PLC

Modulární PLC(Obr 2.) je systém několika modulů zapojených dohromady v jeden celek. Takovýto systém můžeme jednoduše doplňovat o potřebné moduly nebo naopak některé moduly odebrat.



Obr. 2. Modulární PLC

1.5 Prvky programovatelného automatu

Vnitřní uspořádání PLC obsahuje centrální výpočetní jednotku, systémovou paměť, uživatelskou paměť, binární vstupy a výstupy, analogové vstupy a výstupy a další moduly jako čítače, komunikační moduly, speciální moduly a záložní paměť.

1.5.1 Centrální procesorová jednotka

Centrální výpočetní jednotka je jádrem celého PLC. Určuje výkonnost. Může být jedno procesorová, ale i více procesorová. U víceprocesorových jednotek jsou občas použity matematické koprocesory, vstupně výstupní procesory a někdy také komunikační procesory.

Důležitým parametrem procesorové jednotky je operační rychlost. Ta se posuzuje podle doby cyklu, což je doba zpracování 1000 logických instrukcí. Hodnota operační rychlosti se pohybuje řádově od desítek milisekund až k desetinám milisekund[2].

1.5.2 Uživatelská a systémová paměť

Uživatelská paměť slouží k uložení uživatelského programu. U starších přístrojů můžeme najít uživatelskou paměť typu EPROM nebo EEPROM. U novějších modelů se setkáme už s pamětí typu FLASH. Velikost paměti se pohybuje od desítek kB až po jednotky MB. Dále u nových modulů nalezneme sloty pro paměťové karty.

Systémová paměť musí být typu RAM. V ní jsou uloženy uživateli dostupné uživatelské registry, zápisníkové registry, časovače, čítače. Může obsahovat také vyrovnávací registry pro obrazy vstupů a výstupů. Počet těchto registrů výrazně ovlivňuje možnosti celého PLC. Velikost adresovatelného prostoru veymzeného pro vstupy a výstupy ovlivňuje počet připojitelných periferních jednotek. Rozsahy časovačů a čítačů jsou také důležitým parametrem. Většina modulárních systémů má dostupné i hodiny reálného času, popřípadě i s kalendářem. Tyto moduly umožňují využít v uživatelském programu úlohy využívající absolutní čas[2].

1.5.3 Číslicové vstupně výstupní jednotky

Vstupní jednotky slouží k připojení prvků s dvouhodnotovým charakterem signálu. Jedná se vypínače, přepínače, tlačítka, světelné závory, dvouhodnotové senzory tlaku, hladiny, teploty apod.

K výstupním jednotkám naopak připojujeme akční členy s dvouhodnotovým vstupním signálem. Mezi tyto členy patří např. různá optická i akustická signalizační zařízení nebo cívky relé, stykačů, solenoidových ventilů, elektromagnety apod[2].

1.5.4 Analogové vstupně výstupní jednotky

Pomocí analogových vstupních a výstupních jednotek zprostředkováváme kontakt PLC se spojitým prostředím. Pomocí analogových vstupů můžeme k PLC připojit například snímače teploty, hladiny, vlhkosti, síly, tlaku, rychlosti. Také k PLC můžeme připojit pomocí těchto vstupů většinu inteligentních přístrojů a nalogovými výstupy. Nedílnou součástí PLC s analogovými vstupy musí být i A/D převodník. Ten nám převádí analogové napěťové nebo proudové signály na číselnou hodnotu, se kterou posléze PLC pracuje.

Pomocí analogových výstupních jednotek můžeme ovládat různé akční členy se spojitým charakterem vstupního signálu. Jsou jimi například frekvenční měniče, spojitě servopohony, ručkové měřicí přístroje apod. Součástí analogové výstupní jednotky je rovněž převodník, který převádí binární hodnoty na spojitý signál[2].

1.5.5 Čítače

Pomocí čítačových jednotek, jak už název napovídá, dokážeme čítat jednotlivé impulsy s periodou rovnou nebo kratší, než je smyčka programu programovatelného automatu. Čítačové jednotky slouží pro připojení univerzálních signálů, absolutních snímačů nebo snímačů inkrementálních. PLC jsou také vybaveny programovými čítači, které se s výhodou používají v situacích, kdy není za potřebí použití čítačových jednotek[2].

1.5.6 Komunikační jednotky

Pro komunikaci s vlastním okolím se používá, v drtivé většině moderních PLC, ethernetová komunikace. Ta slouží ke komunikaci mezi PLC a operátorským panelem, se souřadnými i nadřizovanými systémy, s podsystémy, se vzdálenými moduly vstupů a výstupů a jinými inteligentními přístroji. Ethernetová komunikace může sloužit ke spojení i mezi PLC a počítači a jejich sítěmi. Tím se mohou vytvořit distribuované systémy[2].

2. Výběr vhodného PLC

2.1 Požadavky pro výběr vhodného PLC

PLC vhodné pro naši aplikaci by mělo splňovat tyto parametry:

- 37 vstupů

vstupy vzadu u automatu:

- snímače kuželek(9)
- horní a dolní úvrat'
- přetěžce kužele(9)

vstupy z ovládacího pultu:

- plné
- dorážka
- trénink
- chyba
- stop
- přerušení
- předvolení jednotlivých kuželek(9)
- zapnutí
- vypnutí

- 26 výstupů

- 9 žárovek
- 9 magnetů
- indikátor volné dráhy (zelená žárovka)
- indikátor přešlapu
- číslicový panel (čítač hodů, celková suma, hodnota hodů)
- indikátor karet (žlutá, červená)
- ovládání měniče pro spínání motoru

- generátor reálného času

2.2 Výběr vhodného PLC

2.2.1 Siemens S7-300

Průmyslový řídicí systém SIMATIC S7-300 (Obr. 3.) je nejprodávanějším řídicím systémem z široké nabídky firmy Siemens AG. Je určen pro realizaci rozmanitých automatizačních úloh středního rozsahu. Poskytuje univerzální automatizační platformu pro systémová řešení s hlavním důrazem na výrobní technologii.

Automatizační PLC SIMATIC řady 300 je modulární řídicí systém pro široký výkonový rozsah. Jako každý jiný PLC disponuje obsáhlou řadou samotných centrálních procesorových jednotek (CPU), lišících se výkonem, osazením, počtem a druhem portů pro připojení dalších zařízení. Každou CPU lze rozšiřovat o další moduly digitálních vstupů, výstupů, analogových signálů, speciálních modulů a komunikačních rozhraní. Každé PLC SIMATIC má na sobě základní komunikační port označený MPI pro spojení s programovacím zařízením, který není kompatibilní s žádnou komunikací typu RS 232/422/485.
[3]



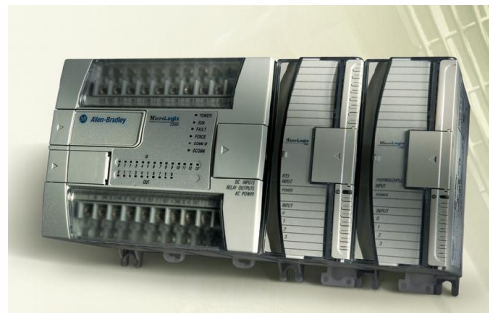
Obr. 3. Siemens S7-300

2.2.2 Allen–Bradley Micorlogix1200

MicroLogix1200(Obr. 4.) je novým, malým kompaktním PLC od výrobce Allen-Bradley. Toto PLC v sobě prozíravě spojuje výhody kompaktního i modulárního systému.

Logické vstupy a výstupy (I/O), pevně integrované do základní jednotky, lze rozšířit o dalších 6 vstupně výstupních jednotek. Základní jednotka je nabízena v několika provedeních lišících se typem a počtem výstupů. Výrobce dodává v základním provedení dvě varianty. A to se 24 kanálové verze se logickými vstupy a 10 logickými výstupy, dále také provedení se 40 I/O (24 logických vstupů a 16 výstupů). Svorkovnice je možné kompletně vyjmout, a tak zrychlit a zjednodušit případný servisní zásah. Mezi nejzajímavější technické vlastnosti, kterými systém disponuje, patří výkonná instrukce PID, 32bitové proměnné typu LongInt, rychlý čítač pracující na pozadí až do kmitočtu 20 kHz, 4 vstupy hardwarového přerušování určené pro vysokorychlostní procesy, 4 vstupy typu „latch“ určené k zachycení sekundových pulsů, 2 zabudované potenciometry určené pro nastavení vnitřních proměnných a další. Pomocí doplňujících jednotek lze systém rozšířit o hodiny reálného času a o možnost zálohovat paměť procesoru.

Rozšiřující jednotky logických a analogových I/O se připojují k základní desce plochým kabelem a následně se mechanicky sesadí do jediného celku s maximálním počtem 88 vstupů-výstupů. [4]



Obr. 4. MicroLogix1200

2.2.3 Tecomat TC650

Toto kompaktní PLC Tecomat TC650(Obr. 5.) vychází z osvědčené řady Tecomat TC600, avšak procesorový modul a softwarové vybavení jsou odvozeny od vyspělých modulárních systémů TC700. Doplněno je také rozhraní pro připojení do sítě Ethernet. Určen je převážně pro řízení technologických zařízení nebo celků do 80 I/O, jeho možnosti lze však rozšířit připojením

modulů vzdálených I/O. Protože také integruje vlastnosti regulátorů řady Tecoreg, najde využití i v technice budov nebo tepelném hospodářství.

Výraznou výhodou pro systémy Tecomat je vývojové prostředí Mosaic. Ačkoli vyhovuje programování podle normy IEC/EN 61131-3, systém Mosaic poskytuje programátorům nadstandardní uživatelský komfort. Vedle tradičního jazyka PLC Tecomat nabízí Mosaic u již uvedených systémů také možnost programování v jazyce strukturovaného textu (ST), který je jedním z nejvýkonnějších jazyků pro PLC a dovoluje názorně zapsat i velmi složité algoritmy. Dále je součástí prostředí Mosaic několik nástrojů, které usnadňují programování i odlaďování a dokumentování programu. Například PIDMaker, který výrazně usnadňuje řešení programových úloh, nebo nástroj GraphMaker, který podporuje ladění programů a diagnostiku řízených soustav. [5]



Obr. 5. Tecomat TC650

2.2.4 JUMO mTRON T 70.5001

Programovatelný automat od firmy JUMO mTRON T (Obr.6.) nabízí možnost používat PLC jako centrální jednotku celého systému. Umožňuje spravovat konfigurační a parametrizační data onoho systému. PLC disponuje obrazy až pro 30 I/O. Pro síťovou komunikaci používá rozhraní Ethernet s možností funkce webserver. Dále je na PLC umístěn jeden USB port a systémová sběrnice Bus Out, tedy konektor RJ45. Pomocí doplňujících panelů můžeme rozhraní

komunikace rozšířit o další dvě síťové aplikace. Systémová paměť RAM je zálohována baterií, pro udržení uživatelských registrů. PLC je osazeno také LED diodami, které slouží jako indikátory napájecího napětí, provozního stavu PLC, poruch systému a komunikačního systému. PLC je možné volitelně používat také podle normy IEC 61131-3. Nedílnou součástí jsou také hodiny reálného času. [6]



Obr. 6. JUMO mTRON T 70.5001

2.3 Odůvodnění výběru

V předchozím výběru vhodných PLC jsem uvedl takové PLC, se kterými mám osobní zkušenosti. S automaty od Siemens, Micrologix a Tecomat jsem se setkal při studiu na střední škole. S automatem od výrobce JUMO jsem pracoval při jednom soukromém projektu.

Požadavky tohoto programu zvládají první tři PLC bez jakýchkoli potíží. U PLC JUMO se setkáme s nedostatkem vstupů, ale dalo by se to vyřešit připojením ovládacího pultu přes USB.

PLC, které se chystáme použít při přestavbě systému je Siemens S7-300. Dostali jsme ho sponzorským darem od kolínské firmy na úpravu a čištění vod.

3. Programovací software STEP7

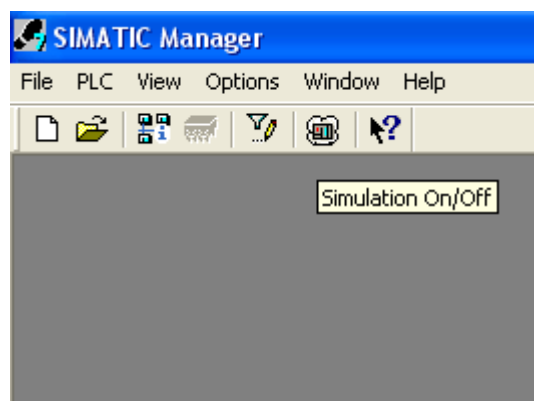
3.1 Popis programu STEP7

Vývojový program od společnosti Siemens STEP7 slouží výhradně pro vytváření, editaci a správu PLC programů řídicích systémů SIMATIC řady S7-300/400. V současné době existuje již verze 5.5. Pro naprogramování této aplikace jsem měl k dispozici verzi 5.4, obsahující 5 servisních patchů, tedy dodatečných instalací pro doladění programu.

3.2 Nastavení funkčního spojení se simulátorem PLC SIMATIC S7

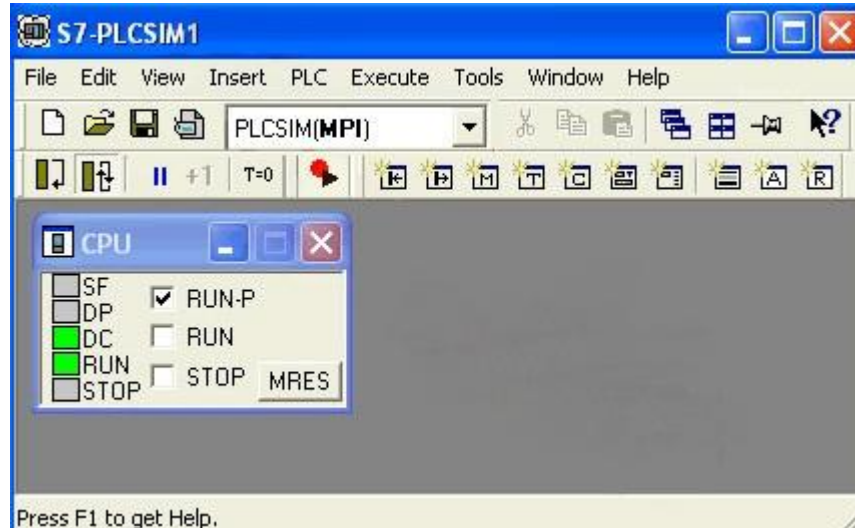
Jelikož jsem při psaní bakalářské práce neměl k dispozici propojení mezi PC a PLC ihned od začátku, začal jsem programovat v simulátoru PLC SIMATIC S7.

Tento simulátor jsem musel nainstalovat spolu s programovacím softwarem STEP 7. Simulování programu přes simulátor se sice trochu liší od zkoušení přes PLC propojené s PC přes fyzické adaptéry, ale na druhé straně je simulace téměř dokonalá. Drobné rozdíly v simulaci jsou pro tento účel nepodstatné. Jedná se především rychlost toku dat mezi PC a PLC, která se při použití fyzických adaptérů liší a záleží právě na použitém adaptéru.



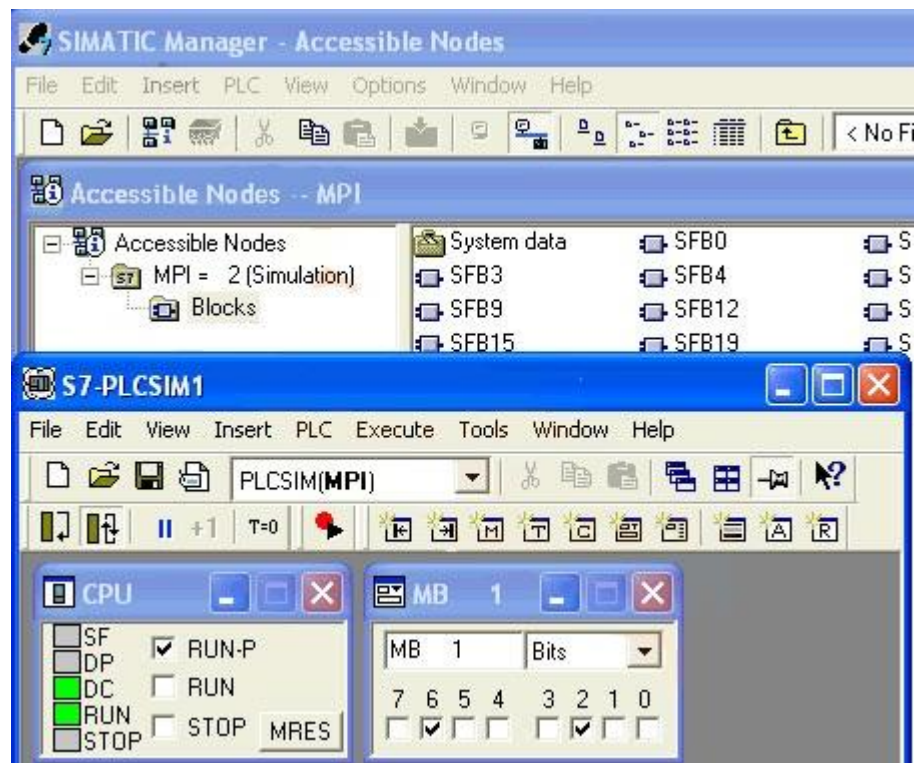
Obr. 7. Ikona pro zapnutí simulátoru

Otevře se nám samostatné okno s ovládáním CPU přesně podle skutečného PLC.



Obr. 8. Ovládání CPU

Následně si v SIMATIC manageru, přes ikonu Accessible nodes, zkontrolujeme funkční fiktivní spojení s PLC.



Obr. 9. Ověření spojení se simulovaným PLC

3.3 Adresace a HW konfigurace

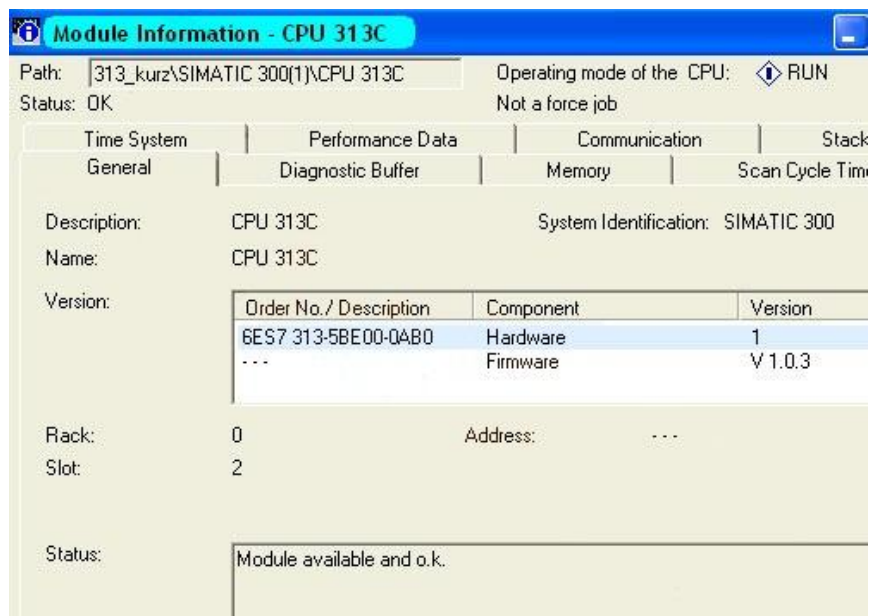
Adresace a hardwarová konfigurace je nedílnou součástí každé práce s komponentními PLC. Podle počtu vstupů a výstupů budeme přidávat nebo ubírat rozšiřující moduly na PLC. Tyto moduly musíme pečlivě zvážit, protože je musíme ještě před začátkem samotného programování zahrnout do celkového schématu PLC tak, aby o nich věděla samotná řídicí CPU jednotka a mohla s nimi dále pracovat.

3.4 Skladba programu v projektu v SIMATIC Manageru

Celý program, který PLC vykonává, se skládá z různých programovacích bloků. Tyto bloky nesou označení OB, FB, FC, DB atd. Jedná se o organizační bloky(OB), funkční bloky(FB), funkce(FC), datové bloky(DB), datové typy(UDT), tabulky proměnných(VAT). Každý blok má svoji vlastní funkci. Organizační bloky programu jsou bloky pro zápis chyb, bloků přerušení, časově vyvolávané bloky a rozběhové bloky. Funkční bloky slouží pro zápis funkce programu. Funkce jsou jen „podblokem“ pro funkční blok a slouží opět pro zápis našich funkcí programu. Datové bloky jsou určeny pro ukládání obsahu proměnných. UDT bloky slouží jako datové typy a struktury. VAT bloky jsou tabulky proměnných, do kterých si můžeme vložit jakékoliv použité proměnné v programu a můžeme online sledovat jejich stav.

3.5 Použití diagnostické funkce STEP7 pro PLC

Jednou z nejdůležitějších funkcí pro programátora PLC je mít možnost nechat si program „zkontrolovat“. Tuto kontrolu nám poskytuje funkce „Module information“, která je nedílnou součástí STEP7. Jestliže nám program nefunguje jak má, PLC bude stále v režimu STOP. Zavoláme tedy tuto funkci zmáčknutím kláves Ctrl+D nebo přes pravé tlačítko myši, záložka PLC, možnost Module information.



Obr. 10. Dialogové okno funkce Module Information

Zde můžeme zkontrolovat prakticky všechno. Vidíme různé záložky, která každá z nich vypovídá za jinou část, kde se mohla vyskytnout chyba.

Záložka General popisuje souhrnné informace o CPU a připojených modulech. Má velký význam hlavně pro identifikaci sestavy PLC.

Záložka Diagnostic Buffer je asi nejpoužívanější záložkou. Zde můžeme vidět stav CPU po jednotlivých časových úsecích. Při poruše se nám zde vypíše téměř přesně o co jde. Můžeme tedy jednoduše porovnáním času, kdy byla diagnostikována chyba, a času v cyklu programu zjistit přesnou část programu, která neběží správně.

Do záložky Memory se podíváme v případě, kdy nám nepůjde nahrát program do PLC. Stává se často, že je CPU zaplněno nebo nestačí volná kapacita paměti. V CPU se mohou při častém přehrávání programu, stejně jako například na pevném disku v PC, hromadit tzv. dočasné soubory. Záložka Memory, respektive tlačítko Compress, nám umožňuje provést něco jako defragmentaci. Tedy srovnáním souborů v paměti CPU a vymazáním dočasných souborů nám uvolní tolik potřebnou paměť.

Další důležitou položkou v okně Module Information je Performance Data. Zde můžeme nalézt seznam úplně všech systémových bloků a funkcí, včetně krátkých a výstižných popisů.

4. Vývoj programu



Obr. 11. Ideální průběh procesu

4.1 Vývojový diagram ideálního procesu

Ideální průběh hodu probíhá následovně. Hráč nesmí hodit kouli na dráhu, dříve než se rozsvítí zelená žárovka, značící, že je dráha připravená. Po odhození, koule projde dvojicí světelných závor. První je umístěna těsně za náhozovým prknem, druhá je umístěna 1,5 metru před křížem s kuželkami. Po protnutí první světelné závory se zaznamená učiněný hod na počítadlech. Druhá světelná závora je jen pro vylepšení celého programu, může se s její pomocí vypočítat rychlost hozené koule. Nyní mohou nastat dva stavy. První, kdy hráč neshodí ani jednu kuželku, tomu se říká chyba. Tehdy se nic neděje, jen se přičte provedený hod. Druhá, kdy hráč srazí minimálně jednu kuželku. Tehdy PLC zaznamená sepnutí snímače, signál od magnetu na kladce nad kuželkou, spustí se časovač T1. Časovač T1 počítá do 4 vteřin. Po tu dobu se započítávají sražené kuželky. Každá poražená kuželka má vlastní žárovku, jako indikátor, že je shozená. Která spadne po limitu, nepočítá se. Po uplynutých 4 vteřinách se vypíše stav čítače C1, který zaznamenává počet impulsů od magnetů nad kuželkami, na světelné počítadlo na desce. Dále se provede proces stavění, tzn. Motor dostane impuls pro

navíjení kuželek. Motor je vybaven přetěží, která když se napnou provázky kuželek, vypne motor. Tím dá impuls ke zpětnému chodu motoru. Při spouštění kuželek,

po dosednutí kuželek na dráhu, se přestanou točit kladky a motor dojede do své dolní úvratě. Tady se motor zastaví a čeká na signál od poražené kuželky, tedy od magnetu na kladce. Jakmile motor stojí se spuštěnými kuželkami, může se rozsvítit zelená žárovka a hráč může provést další hod.

4.2 Externí přerušení

Před spuštěním procesu nebo v jeho průběhu mohou nastat okamžiky, kdy se program bude chovat jinak, než je uvedeno v bodě 4.1.

4.2.1 Volba před spuštěním procesu

Tato možnost nastává, když se mění režim hry. Ve hře kuželky se, v nižších soutěžích, hraje na 100 hodů sdružených. To znamená, že každý hráč hraje 50 hodů na každé dráze, aby bylo zachováno pravidlo o stejných podmínkách pro oba hráče. Každých 50 hodů na jedné dráze se dále rozděluje na 25 hodů „do plných“ a 25 hodů „dorážky“. Na průběh programu to nemá zásadní vliv. Změní se pouze počet spuštěných kuželek. Při „plných“ se před každým hodem spustí plný stav, tedy všech 9 kuželek. Při hře „dorážka“ se vždy spustí ty kuželky, které nebyly předchozí hod sraženy. Pokud hráč dorazí poslední zbývající kuželku, následující hod se spustí opět všech 9 kuželek. Volba hry se provádí sepnutím na ovládacím pultu.

4.2.2 Chyba hráče

Hráčova chyba znamená, že směr jeho hodu byl špatný a jím vržená koule by nezůstala na dráze. Jelikož u kuželek nejsou postranní žlábků jako u bowlingu, ale jsou tam mantinely, od kterých se koule zpět odrazí do dráhy. V tomto případě přichází na řadu obsluha řídicího pultu. Ta musí, při nárazu koule do mantinelu, stisknout tlačítko Chyba. To v průběhu procesu posune program do

pozice, kdy se započte provedený hod, ale nezapočítají se poražené kuželky. Tato situace nastává většinou při hře dorážka, když se hráč pokouší srazit postraní kuželky. Při chybném hodu, tedy nárazu koule do mantinelu a poražené minimálně jedné kuželce, kdy je

obsluha povinna zmáčknout tlačítko chyby, se nezapočítá hodnota pokusu, ale hráči se shozená kuželka postaví znovu. Může ji tedy na další pokus shodit podle pravidel.

4.2.3 Červená karta

Výše bylo zmíněno, že těsně za náhozovým prknem, se nachází první světelná závora. Ta slouží pro počítání hodů, ale také jako signalizace přešlapu. Přešlap se zaznamená po druhém sepnutí světelné závory. První sepnutí zaznamená hozenou kouli, druhé sepnutí bude spuštěno již botou hráče, který přešlápl. První přešlap znamená žlutou kartu. V tomto momentě se jedná jen o výstrahu hráči. Druhý přešlap ve hře, nemyslím jen na dráze, ale během celých 100 hodů, znamená kartu červenou. Červená karta znamená to samé co stisknutí tlačítka Chyba. Tedy započítání hodu, ale nezapočítání poražených kuželek. Je zde však výjimka, při hře dorážka. Tady se narodil od chybného hodu, nezapočítává jen hodnota poražených kuželek. Při dalším hodu se spustí kuželky bez oněch pražených, ale jejich hodnota se nezapíše. Tedy je větší nevýhoda než jen zmáčknut tlačítka Chyba.

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo vyvinout program pro ovládání motoru pro obsluhu kuželkářských drah. Stávající zastaralý systém řízení, řešený pomocí relé, měl značnou poruchovost. Proto jsme se rozhodli, s nadcházející rekonstrukcí kuželny, vyměnit i řídicí systém automatů.

V první části bakalářské práce jsem se snažil přiblížit a vysvětlit pojem PLC tak, aby to mohl pochopit naprostý laik, který si otevře moji bakalářskou práci. Systémy řízení, využívající PLC, jsou v dnešní době velmi populární. Je to hlavně díky jednoduchosti obsluhy PLC. Ať fyzickými parametry, řízení není prostorově náročné, tak i možnosti dnešních PLC, která se dokáží sama zkontrolovat a upozornit co přesně není v pořádku. V další části jsem vybral pro porovnání 4 programovatelné automaty, se kterými mám osobní zkušenost a která svými parametry vyhovovala našim požadavkům. Výběr vhodného PLC nebyl úplně v mojí režii, protože jsme PLC SIEMENS S7-300 dostali sponzorským darem. Toto PLC bylo vyřazeno z provozu čistění odpadních vod. Majitel prováděl rekonstrukci řídicího systému a osazoval ho novými PLC. Díky dobrým vztahům, jeden zaměstnanec jeho firmy hraje kuželky za náš oddíl, jsme PLC dostali my. Programování PLC SIEMENS S7-300 se provádí v programovacím softwaru STEP7.

V bakalářské práci chybí právě výpis programu ze STEP7. Ačkoli to je stěžejní bod mé práce. V průběhu psaní programu se vyskytla celá řada problémů, od volby špatné verze programovacího softwaru, přes nedokonalost mého programového myšlení, až po zjištění nefungujícího spojení mezi PLC a PC. Do poslední chvíle jsem doufal, že zprovozním vývojový software na některém ze svých osobních počítačů a program dodělám. Bohužel se mi to nepodařilo. Program jsem tedy uznal za nedokončený. Nemělo smysl zde zveřejnit jen kostru programu, která mi zůstala. Doufám, že dostanu možnost tuto bakalářskou práci předělat a dodělat.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] CEDELÍN. Jiří . *Historie programovatelných automatů a jejich současné efektivní použití*. Automa [online]. 2004. č. 06. 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] Popis produktu S7-300 z www.siemens.cz. Ke dni 2.6.2012
<<http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?ctxnh=ee5ad951ae>>
- [4] Popis produktu MicroLogix1200. Ke dni 2.6.2012
<http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/br/1761-br006_-cs-p.pdf>
- [5] URBAN. Luboš. *Programovatelné automaty Tecomat pro všechny průmyslové obory*. Automa [online]. 2006. 3. č. 02. Dostupný z WWW:
< http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30946>
- [6] Popis produktu JUMO mTRON 70.5001. Ke dni 2.6.2012
<<http://www.jumo.cz/produkty/teplota/m%C4%9B%C5%99ic%C3%AD-regulacn%C3%AD-a-automatizacn%C3%AD-syst%C3%A9m/705001/jumo-mtron-t-centr%C3%A1ln%C3%AD-jednotka-705001.html?parentId=4247>>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PLC - Programmable Logic Controller (programovatelná logická jednotka)

CPU - samostatná centrální procesorová jednotka

RT – real time(řešení v reálném čase)

I/O – in/out – vstupně výstupní obvody

USB – universal serial bus – univerzální seriová sběrnice

OB – organization block – organizační blok

FB – function block – funkční blok

DB – data block – datový blok

FC – function – funkce

UDT – data type – datové typy

VAT – variable table –tabulky proměnných

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Kompaktní PLC.....	12
Obr. 2. Modulární PLC.....	12
Obr. 3. Siemens S7- 300.....	17
Obr. 4. MicroLogix1200.....	18
Obr. 5. Tecomat TC650.....	19
Obr. 6. JUMO mTRON T 70.5001.....	20
Obr. 7. Ikona pro zapnutí simulátoru.....	21
Obr. 8. Ovládání CPU.....	22
Obr. 9. Ověření spojení se simulovaným PLC.....	22
Obr. 10. Dialogové okno funkce Module Information.....	24
Obr. 11. Ideální průběh procesu.....	25

SEZNAM PŘÍLOH