

Řídicí systémy firmy Siemens a jejich využití v průmyslové automatizaci

Siemens control systems and their use in industrial automatization

Bc. Jindřich Popelka

Diplomová práce
2007



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav automatizace a řídicí techniky
akademický rok: 2006/2007

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jindřich POPELKA**
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Automatické řízení a informatika**

Téma práce: **Řídicí systémy firmy Siemens a jejich využití
v průmyslové automatizaci**

Zásady pro vypracování:

- 1. Provedte literární rešerši dané problematiky.**
- 2. Charakterizujte vybrané řídicí systémy firmy Siemens a nastiňte možnosti jejich využití v průmyslové automatizaci.**
- 3. Seznamte se s PLC Siemens SIMATIC S7-300 a programovacím a konfiguračním software STEP 7.**
- 4. Pomocí zmíněných prostředků naprogramujte model dopravní linky.**
- 5. Funkčnost ověřte na reálném modelu.**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] Berger, H.: Automatizace se STEPem 7 v AWL (Automatisieren mit STEP 7 in AWL). Publicis MCD Verlag, Erlangen und München, 1998.
- [2] Blažek, J.: Simatic PLC automatizace & drivers. [online]. [cit. 1. února 2007]. Dostupné z WWW: <http://www.volny.cz/blaja/>. (Užitečné rady pro aplikace PLC. Automa, roč. 2005, č. 2, str. 58).
- [3] Kosek, R.: Řídící systémy firmy Siemens pro moderní automatizaci. Automa, roč. 2005, č. 2, str. 22.
- [4] Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení programovatelnými automaty. Skriptum ČVUT FSI, Praha, 1998. (Praha, 2004 – 2.vydání).
- [5] Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení programovatelnými automaty II. Skriptum ČVUT FSI, Praha, 2000.
- [6] Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení programovatelnými automaty III. Skriptum ČVUT FSI, Praha, 2003.
- [7] Siemens. [online]. [cit. 1. února 2007]. Dostupné z WWW: <http://www.siemens.cz>.
- [8] Šmejkal L., Martinásková M.: PLC a automatizace 1. BEN – technická literatura, Praha, 1999.
- [9] Švarc, I.: Automatizace Automatické řízení. Akademické nakladatelství CERM, Brno, 2002.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Radek Matušů

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání diplomové práce:

13. února 2007

Termín odevzdání diplomové práce:

24. května 2007

Ve Zlíně dne 13. února 2007

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se snaží podat výklad problematiky soudobých programovatelných automatů (PA), seznámit uživatele s možnostmi, které PA nabízejí, jejich výhodami a nevýhodami při řízení strojů nebo průmyslových a technologických procesů. Dále se snaží zdůraznit jejich význam a místo v průmyslové automatizaci. Funkčnost PA je demonstrována na reálném modelu linky, která je řízena PA typu Simatic S7 – 300.

Text v teoretické části seznamuje se základními pojmy PA, s kategoriemi PA, s konstrukčním provedením, s programovými možnostmi a s prostředky pro vývoj aplikací.

Jsou zde popsány jednotlivé typy PA Siemens a software, který se používá k jejich naprogramování.

Aplikační možnosti PA v praktické části jsou dokumentovány na modelu dopravníků linky s využitím PA typu Siemens doplněné o výkresovou dokumentaci.

Klíčová slova: Automatizace, Logické řízení, PA, PLC, Programovatelný automat, Řídící systémy, Řízení, Siemens.

ABSTRACT

This graduation thesis aspires to explain the problems of synchronic PLC (programmable logic control), to meet the users with alternatives, which PLC can offer, with their benefits and worses by the regulation of machines or industrial and technologic processes. Than it aspires to point their importance and position in industrial automatization. The utility of PLC is proved on real line's model, which is controlled by PLC, the sort Simatic S7 – 300.

The body of theoretical part can meet you with basic notions of PLC, with PLC's kinds, structural's make, programming's options and facility for development of applications.

The various types of PLC Siemens are described here, and software, that is to programming necessary, too.

The application's potentials of PLC are documented on transporter's line model with using PLC, the sort Siemens, supplemented with plan's documentation in practical part.

Keywords: Automation, Logic control, PLC, Programmable controller, Control systems, Control, Siemens.

Rád bych poděkoval svému vedoucímu diplomové práce p. Radkovi Matušů za pomoc a odborné připomínky. Dále bych chtěl poděkovat pracovníkům firmy Simex Control za možnost použití firemního školícího modelu, na kterém byla provedena praktická část diplomové práce.

Prohlašuji, že jsem na diplomové 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	7
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 LITERÁRNÍ REŠERŽE	10
2 PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY	13
2.1 ZÁKLADNÍ POJMY	13
2.2 TŘÍDĚNÍ PA	18
2.3 KONSTRUKČNÍ A ELEKTRICKÉ PŘÍKONÍ PA	21
2.4 ÚLOHA PA V SYSTÉMECH ŘÍZENÍ	25
2.5 VÝHODY A NEVÝHODY PA	27
3 CHARAKTERISTIKA A VYUŽITÍ PA TYPY SIEMENS	28
3.1 SIEMENS SIMATIC S7 – 200	28
3.2 SIEMENS SIMATIC S7 – 300	34
3.3 SIEMENS SIMATIC S7 – 400	38
II PRAKTICKÁ ČÁST	44
4 ŘÍDICÍ JEDNOTKA S7 – 300	45
4.1 POPIS CPU A MODULŮ S7 – 300	45
4.2 POJETÍ PAMĚTÍ V JEDNOTCE S7 – 300	47
4.3 KOMUNIKAČNÍ SLUŽBY V JEDNOTCE S7 – 300	49
4.4 SIMULAČNÍ A VIZUALIZAČNÍ PROSTŘEDKY SIMATIC	51
5 KONFIGURACE PROCESMODELU A JEDNOTKY S7 – 300	54
5.1 SESTAVENÍ POUŽITÉ JEDNOTKY S7 – 300 A PROCESMODELU	54
5.2 SPUŠTĚNÍ SIMATIC MANAGERU A NASTAVENÍ HARDWARU	57
5.3 VYTVOŘENÍ PROGRAMU V PROSTŘEDÍ S7	63
5.4 CHARAKTERISTIKA FUNKCE MODELU A POUŽITÝCH BLOKŮ	70
ZÁVĚR	73
ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ	75
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	77
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	78
SEZNAM OBRÁZKŮ	80
SEZNAM PŘÍLOH	82

ÚVOD

Všude kolem nás vidíme snahu o neustálé zvyšování produktivity práce. Úkolem inženýra v tomto procesu je hledat nové pracovní postupy s minimální spotřebou času a nákladů. Jednotlivé pracovní úkony musí být co nejkratší a nejjednodušší, aby vyžadovaly minimum lidských sil. K tomu všemu musí přispívat především automatizace výrobních procesů.

K automatizaci vede snaha člověka osvobodit se nejen od fyzické činnosti, ale i od jednotvárné a unavující činnosti duševní. Činnost člověka přebírají automaty, počítače a prvky umělé inteligence. Tento poměrně složitý proces, při němž lidská řídicí činnost při výrobě i mimo výrobní proces je nahrazována činností různých přístrojů a zařízení je nazývána automatizací.

V průběhu vývoje společnosti se člověk nejprve podle svých schopností, možností a zájmů začal osvobozovat od namáhavé a opakující se fyzické práce (mechanizace – např. přechod z ručního na strojní obrábění). Později pak, s dalším rozvojem techniky a nárůstem nároků na řídicí činnost, přistoupil i k osvobozování od často již i velmi náročné a rovněž namáhavé řídicí duševní práce (automatizace – např. přechod ze strojního obrábění s lidskou obsluhou na číslicově řízené obráběcí stroje). Postupně jsou tak vytvářeny řídicí systémy buď plně automatické (bez jakékoliv účasti člověka na řízení), nebo více či méně automatizované, kde člověk do jinak automaticky řízeného procesu zasahuje způsobem, který je spíše závislý na charakteru řízeného procesu (např. volí nebo potvrzuje další uplatňovaný způsob řízení, modifikuje způsob řízení podle okamžitého průběhu řízeného procesu apod.). Řízení je tedy neoddelitelným základem automatizace.

Automatizace patří k oborům, které se velmi rychle rozvíjejí. Při vývoji nových řešení je důležité splnit požadavek na slučitelnost se staršími prostředky. Podstatné je zachování jednotného přístupu k programování, ovládání a údržbě. Uživatel musí mít možnost použít dříve získané znalosti a zkušenosti i při nasazení nejnovějších zařízení. Spolehlivé automatizační systémy by měly uživateli neustále poskytovat informace o svém aktuálním stavu.

Programovatelné automaty jsou jedním z nejčastěji využívaných prvků v současné automatizační technice. Dá se říct, že většina řídicích systémů se dnes bez programovatelných automatů neobejde.

Původně byly programovatelné automaty navrženy k řešení úloh logického řízení, často jako přímá náhrada pevné reléové logiky. V současných aplikacích se však zvyšuje podíl úloh regulačního typu, úloh monitorování řízeného procesu i úloh analogového měření.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 LITERÁRNÍ REŠERŠE

Automatizace je v současné době široký obor s mnoha produkty, činnostmi a různými oblastmi využití, z jehož významnou částí je automatizace pomocí programovatelných automatů.

Ta obvykle představuje komplexní použití řídicích systémů a dalších komponent automatizační techniky při zásadním požadavku zajistit vysoký stupeň provozuschopnosti a bezpečnosti řízeného technologického zařízení. [15]

Dnes není automatizace něčím unikátním, kvalitní a inteligentní řízení je dostupné i pro obyčejné stroje, pomocné mechanismy a technologická zařízení ve všech oborech. Patrně nejrozšířenějšími řídicími systémy v průmyslové praxi jsou Programovatelné automaty (PA). [4]

V automatizační technice se programovatelné automaty používají zhruba od r.1970. Původně byly určeny pro řízení strojů, jako náhrada za pevnou reléovou logiku. Postupně se jejich možnosti rozšiřovaly a dnes se s nimi můžeme setkat v nejrůznějších oborech (regulace v elektrárnách, kotelnách, klimatizaci, strojírenství, atd.). [10]

Z historie víme, že počátky automatizace sahají do období prvního využívání jednoduchých strojů a mechanismů (např. plovákový regulátor přítoku vody zmiňovaný v arabských textech z 9. století). Ovšem skutečný rozvoj začal po 2. světové válce, kdy se začaly automatizovat rozsáhlé technologické celky, a to zejména s nepřetržitými technologickými procesy.

V 50. letech dvacátého století vznikly první automatizační prostředky na bázi elektrických relé a stykačů.

V 60. letech nastoupily modulární stavebnice analogových automatizačních systémů na bázi polovodičových prvků.

V 70. letech se objevila první reálná použití počítačů v průmyslu. Značným problémem však byla především spolehlivost provozovaných prostředků.

V 80. letech se objevily specializované minipočítače pro řízení v reálném čase se vstupním a výstupním rozhraním pro připojení snímačů a akčních členů svázaných s technologickým procesem. [1], [15]

Automatizační technika je používána především proto aby sloužila, předpokládá se, že spolehlivě. PA jako systémy pro průmyslové aplikace, jsou konstruovány s ohledem na maximální spolehlivost a odolnost proti rušení. Jejich poruchovost je zanedbatelná, přesto je třeba při projektování dodržovat určité zásady a doporučení. Nejčastějšími zdroji poruch bývá změna vlastností technologického objektu (uvolněné spoje, vydření, přehřátí, atd.). [5]

Bouřlivý rozvoj a masové šíření PA nastaly v 80. letech minulého století s hromadným rozšířením mikroprocesorů. Realizace řídicích systémů na bázi číslicových procesorů záhy vedla k využívání sériových sběrnic a k jejich vzájemné komunikaci. Potřeba propojovat mnoho typů řídicích systémů od různých výrobců přinesla první standardizované komunikační rozhraní a protokoly (RS – 485, PROFIBUS, ETHERNET atd.).

Systémy styku obsluhy s technologickým procesem jsou v současnosti realizovány s použitím shodného hardwaru (PC) i systémového softwaru. Řídicí systém pro přímé řízení a ovládání technologického procesu představuje poměrně konzervativní úroveň, jejíž životní cyklus je spojen především s vlastním řízeným technologickým zařízením. [12], [14]

Dá se předpokládat, že vlastní řízení nepřetržitě provozovaných technologických procesů bude směřovat ke stále širšímu využívání řídicích systémů nové generace, inteligentních čidel, akčních členů, atd. Již dnes se využívají nové řady řídicích systémů, které mají 2x větší paměťovou kapacitu pro uživatelský software, rychlejší čas na operace, hardwarová konfigurace se dá měnit za chodu (což doposud nebylo možné). [2]

U řídicích systémů Siemens, kterými se tato práce zabývá došlo v poslední době k vývoji nové řady CPU a komunikačního rozhraní (MPI, Profibus, či Profinet), které umožňují nejen připojení více uzlů, ale i vyšší datovou propustnost (100 Mbit/s) a snazší řešení sítí díky širší škále použitelných síťových topologií, včetně pohodlného přechodu na bezdrátovou komunikaci se síťovými prvky pro průmyslová prostředí. V současné době je k dispozici osm standardních CPU a tři Profinet CPU. Dohromady tedy 11 nových procesorových jednotek s více než dvojnásobnou pamětí a o 30 až 60 % (v závislosti na typu) výkonnějším hardwarem oproti stávajícím typům. [7]

S rostoucí složitostí celé soustavy řízení bude stále větší úlohu hrát také diagnostika jak vlastního řídicího systému, tak především řízených soustav. Využívány budou stále

komfortnější a komplexnější nástroje pro podporu projektování a údržby po celou dobu provozního života řídicího systému.

Klasické řídicí systémy převezmou úlohu nadřazeného řízení technologických skupin a celků. Při požadované vysoké míře spolehlivosti a bezpečnosti cílových automatizačních řešení bude pokračovat pronikání prostředků z oblasti IT do automatizace (hardware, software, internetové metody atd.), stejně tak budou realizovány nové aplikační nástroje pro zpracování a uchování velkého množství získaných dat. [2], [15]

2 PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY

2.1 Základní pojmy

Programovatelné automaty jsou uživatelsky programovatelné řídicí systémy, které slouží pro řízení strojů nebo průmyslových a technologických procesů, specializovaných na úlohy převážně logického typu.

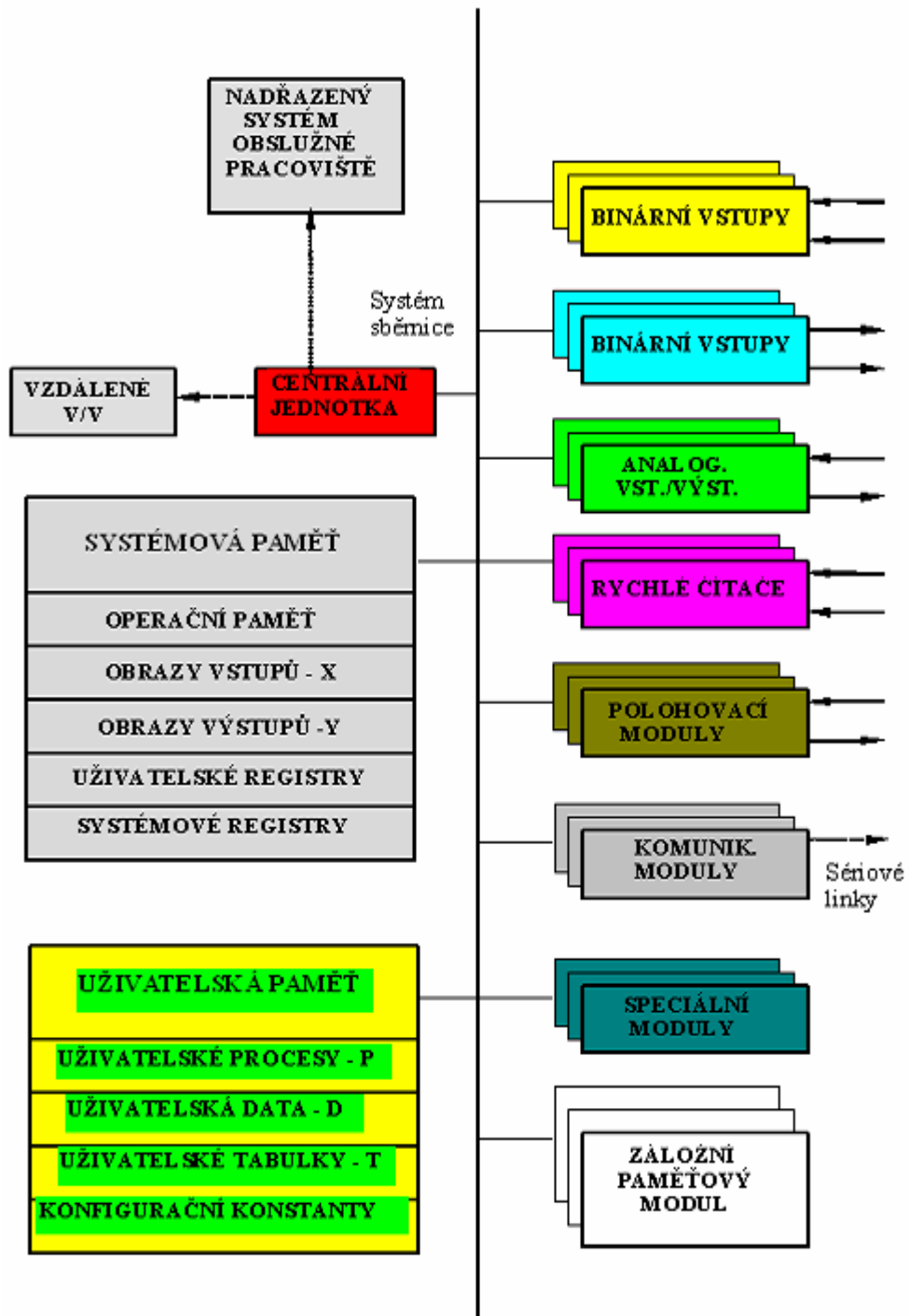
Nejčastěji jsou označovány zkratkou PLC (Programmable Logic Controller), v německé literatuře jsou označovány jako SPS (Speicherprogrammierbare Steuerung). Občas najdeme i označení PC (Programmable Controller). Česká zkratka, která se dnes používá je PA (Programovatelný automat). V počátcích vývoje kdy se hovořilo o tzv. volné programovací logice se programovatelné automaty označovali zkratkou FPC (Free Programmable Controller).

PA se skládá z těchto základních jednotek:

- centrální procesorové jednotky,
- systémové paměti,
- uživatelské paměti,
- vstupních a výstupních jednotek pro připojení řízeného systému,
- komunikačních jednotek pro komunikaci se souřadnými i nadřazenými řídicími systémy.

Jednotky PA jsou navzájem propojeny systémovou sběrnici (obr. 1). Toto blokové schéma je třeba chápat jako možnou konfiguraci pro náročnou aplikaci.

Skutečnou sestavu však volí uživatel tak, aby co nejlépe přizpůsobil svůj PA požadavkům řešené úlohy. V konkrétním případě mohou některé moduly chybět, jiné se mohou mnohonásobně opakovat. V krajním případě může být PA vystavěn jako binární logický systém s použitím vstupů a výstupů nebo jako analogový systém (např. regulátor).



Obr 1. Blokové schéma PA

Požadavky kladené na PA:

- robustnost
- spolehlivost
- kompaktnost
- diagnostika
- konfigurovatelnost

Podstatnými parametry PA je maximální počet vstupů/výstupů, kapacita paměti a rychlost zpracování výpočtů.

Program se vytváří pomocí programovacího software, který je schopen vytvořit vazbu mezi vstupy a výstupy v jakékoli požadované posloupnosti, měřit čas nebo provádět výpočetní operace.

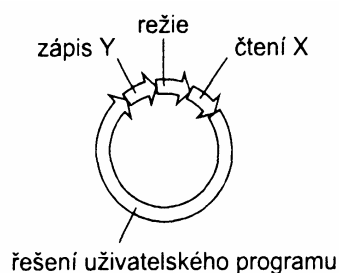
Řídicí algoritmy jsou realizovány uživatelským programem, který může být zapsán v různých programovacích jazycích a po přeložení je uložen v uživatelské paměti PA. Program obsahuje posloupnost instrukcí, kterou procesor vykonává cyklicky.

K programování PA existují specializované jazyky, původně navržené pro realizaci logických funkcí. Jazyky u různých výrobců jsou sice podobné, ale ne stejné. Není možná přenositelnost programů mezi PA různých výrobců. Tato existuje jen u systémů stejného výrobce. Programovací jazyky můžeme rozdělit do těchto skupin:

- **Jazyk mnemokódů** – je obdobou assembleru u počítačů a je také strojově orientován. To znamená, že každé instrukci PA systému odpovídá stejně pojmenovaný příkaz jazyka. Tyto jazyky jsou často používané, zejména profesionálními programátory.
- **Jazyk kontaktních (reléových) schémat** – je grafický. Program se zobrazuje ve formě schémat používaných při práci s reléovými a kontaktními prvky. Jazyk je výhodný při programování nejjednodušších logických operací a v případech, kdy s ním pracují lidé, kteří neznají tradiční počítačové programování.

- **Jazyk logických schémat** – je opět grafický. Základní logické operace popisuje obdélníkovými značkami. Své značky mají i ucelené funkční bloky. Vychází vstřícně uživateli, zvyklým na kreslení logických schémat.
- **Jazyk strukturovaného textu** – je obdobou vyšších programovacích jazyků pro PC (např. Pascalu nebo C). Umožňuje úsporný a názorný zápis algoritmů.

Chování PA je tedy dáno v podstatě zaměnitelným programem, zatímco u reléových systémů bylo chování určeno strukturou zapojení jednotlivých komponent, která byla po realizaci reléového systému téměř nezaměnitelná. Cyklus řešení uživatelského programu je na (obr. 2).



Obr 2. Cyklus řešení uživatelského programu v PA

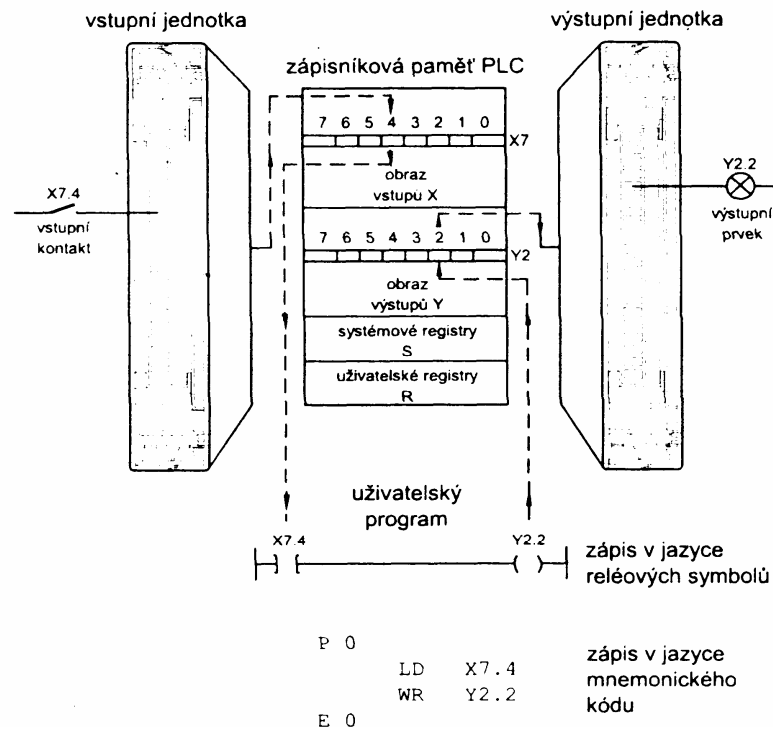
Čtení x – přepis hodnot ze vstupních jednotek PA do oblasti X v zápisníkové paměti.

Zápis y – přepis hodnot vypočtených programem z oblasti Y do výstupních jednotek PA.

Režie - příprava centrální jednotky PA k řešení dalšího cyklu programu.

Program PA je vykonáván v pořadí, v jakém je zapsán, nikoli v pořadí toku signálu v odpovídajícím logickém schématu. Je-li možné zapsat program sousledně s tokem signálu (tzn. aby pořadí instrukcí sledovalo tok signálu od vstupu k výstupům) nebyvají problémy se zpracováním programu. U složitých logických funkcí se to vždy nedaří a může být následkem i chybná funkce programu nebo nahodilá chyba.

Při zpracování programu se přijímají signály na vstupech, zpracovávají je v souladu s programem a následně posílají signály na výstupy (obr. 3). [4], [5], [10]



Obr 3. Schéma zpracování signálu v PA

Programovací a vývojové prostředky – k zadání a ladění uživatelského programu slouží programovací přístroje. Tradičně byly řešeny jako specializované přístroje v kufříkovém nebo příručním provedení. V současné době se pro komfortní programování používají výhradně počítače standardu PC. Programovací přístroje (vývojové systémy, vývojová prostředí) umožňují zápis programu, jeho opravy, překlad ze zdrojové formy do kódu PA a ladění programu s reálným PA. Vývojové systémy dovolují i přenos programu z PA do programovacího přístroje a jeho zpětné přeložení.

2.2 Třídění PA

PA dělíme dle různých hledisek na:

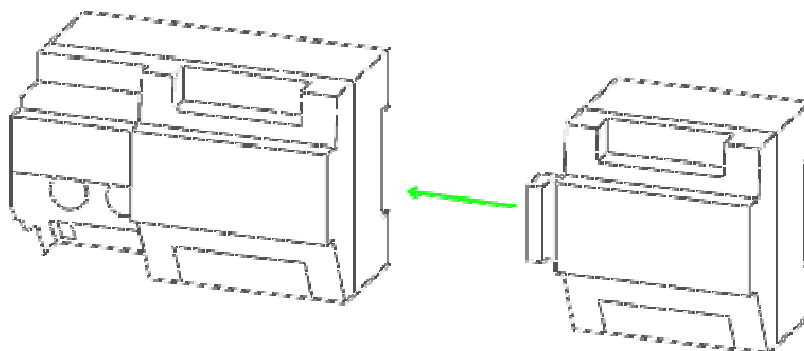
Kompaktní PA (KPA) - měly původně pevně danou konfiguraci integrovaných modulů a byly uzavřeny v jednom pouzdře. Pouzdro se montuje přímo do výrobku a je snaha o určitý stupeň modularity a je možno i u malých aplikací přizpůsobit sestavu (obr. 4).

Kompaktní programovatelné jednotky mají následující systémové charakteristiky:

- jednotné programování
- možnosti vzdáleného a lokálního rozšíření
- integrované připojení sběrnice
- zásuvné šroubové svorky
- malá typová velikost

Nabízejí určitou i když omezenou variabilitu. Uživatel může k základnímu modulu připojit jeden nebo několik přídavných modulů z omezeného sortimentu s pevnou kombinací vstupů a výstupů, např. modul s 8 binárními vstupy a 8 binárními výstupy, modul rychlých čítačů, analogový vstupní a výstupní modul, modul regulátoru, apod.

Typickými aplikačními oblastmi jsou např. řízení klimatizačních zařízení a technického vybavení v budovách, ovládání garážových vrat, zvedacích plošin, mycích linek, prodejních automatů, balících strojů apod. KPA mohou ale sloužit i jako komponenty v distribuovaných řídicích systémech.



Obr 4. Kompaktní PA a rozšiřující modul

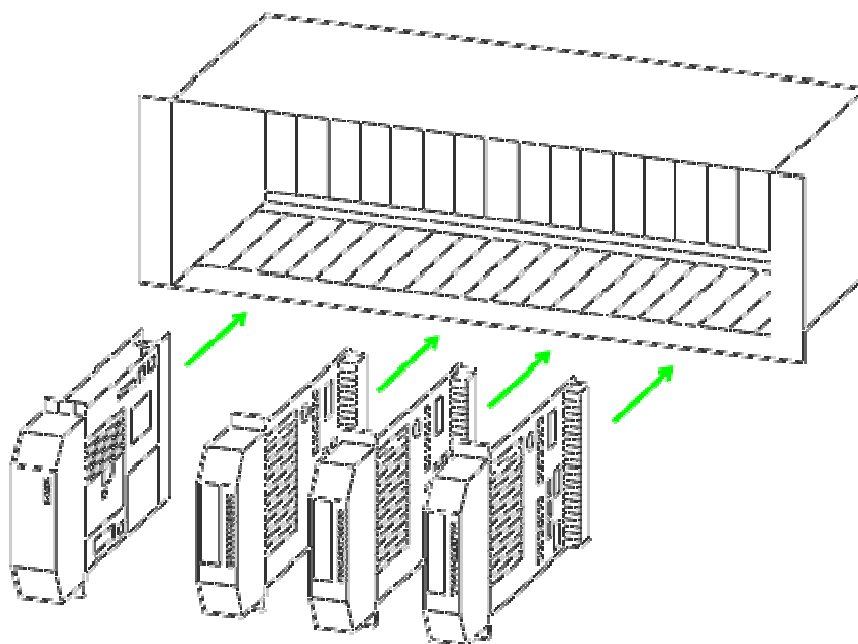
Modulární PA (MPA) - jsou vhodné pro automatizační úlohy středního a velkého rozsahu.

Modulární programovatelný automat nabízí následující možnosti:

- vysokou rychlost
- kompaktní velikost
- různé možnosti zapojení do sítě
- velkou kapacitu paměti

Je tvořen v podstatě pevným procesorovým jádrem s napájecím zdrojem umístěným v rámu, ke kterému se přes sběrnici připojují místní i vzdálené periferní jednotky (obr. 5).

Kromě analogové vstupně výstupní jednotky bývá možnost volby jednotek pro rychlé čítání, polohování, nejrůznější typy komunikace, regulaci, i pro speciální funkce. U úloh většího rozsahu je důležitá problematika MMI (Man Machine Interface), tedy rozhraní mezi člověkem a strojem, případně technologickým procesem. Mělo by být dostatečně uživatelsky vstřícné s vizualizací a diagnostikou chyb. Nezbytným doplňkem MPA jsou také ovládací panely, datové terminály a vizualizační prostředky.

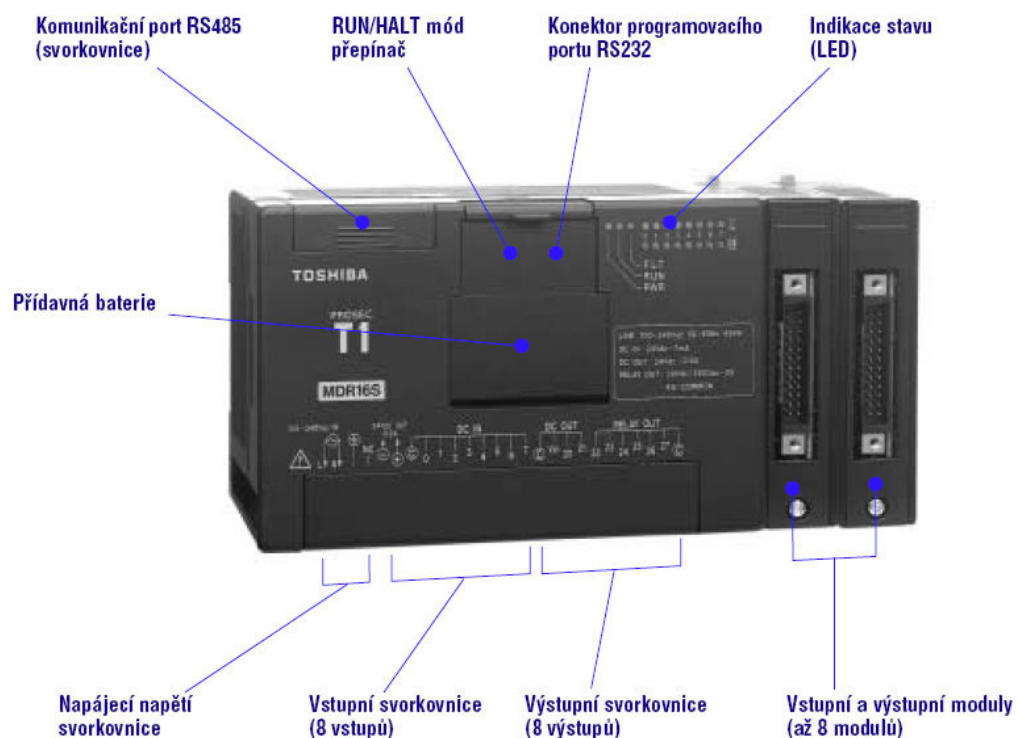


Obr 5. Modulární PA a zásuvné moduly

Mikro PA – Nejmenší a nejlevnější PA systém (obr. 6). Nabízejí uživateli pevnou sestavu vstupů a výstupů (obvykle jen binárních např. 6 binárních vstupů / 6 binárních výstupů pro nejmenší systém, pro větší pak sestavy 8/8, 12/12,... atd.), kompaktní provedení, malé rozměry a nízkou cenou. Tím se řadí do kategorie spotřebního materiálu.

Uživatel se může rozhodnout pro jeden typ systému, který již nemůže dodatečně rozšiřovat. Jejich funkční a programátorský komfort je obvykle redukován na nezbytné minimum, komunikační možnosti mnohdy chybějí.

Typickým použitím PA této kategorie je realizace logické výbavy jednoduchých strojů a mechanismů, která se řešila pevnou reléovou logikou. [1], [4], [7]



Obr 6. Mikro PA

2.3 Konstrukční a elektrické provedení PA

V základním modulu PA bývají umístěny:

Centrální procesorová jednotka - je jádrem celého PA, určuje jeho výkonnost, jsou:

- Jednoprocesorové
- Víceprocesorové

Důležitým charakteristickým parametrem CPU je **operační rychlost** posuzovaná podle tzv. doby cyklu, což je doba zpracování 1000 (1k) logických instrukcí. Pohybuje se řádově od desítek milisekund až k desetínám milisekund.

Paměťový prostor - může dělit na:

- Paměť uživatelskou
- Paměť systémovou
- Paměť dat

Paměť uživatelská - do uživatelské paměti se ukládá uživatelský program. Tato paměť bývá typu EPROM nebo EEPROM s kapacitou řádově od desítek KB až po jednotky MB u modulárních PA, u kompaktních PA spíše v desítkách KB.

Systémové paměti - je umístěn systémový program. Tato paměť bývá rovněž typu EPROM. V samostatné jednotce může být umístěna přídatná uživatelská paměť.

Paměti dat - typu RAM, jsou umístěny uživateli dostupné registry, zápisníkové registry, čítače, časovače a většinou i vyrovnávací registry pro obrazy vstupů a výstupů. Počet těchto registrů výrazně ovlivňuje možnosti PA.

Binární vstupní jednotky - binární vstupní jednotky slouží k připojování prvků pro tvorbu vstupů s dvouhodnotovým charakterem výstupního signálu např. tlačítka, přepínače a koncové spínače.

Vstupní binární modul zajišťuje většinou tyto funkce:

- ochranu všech konkrétních vstupů PA před poškozením či zničením chybným napětím či přepětím
- odfiltrování krátkodobých rušivých impulsů (např. pomocí zpoždění signálu)
- galvanické oddělení obvodů vstupního modulu od centrální jednotky (pomocí optočlenů)
- signalizace stavu vstupů (pomocí LED diod na čelním panelu jednotky)

U některých automatů je připraven prostor pro popis jednotlivých vstupů. Nejčastější jednotky pro vstupy stejnosměrné - v rozsazích 5V, 12V, 24V, 48V, střídavé v rozsazích 24V, 48V, 115V a 230V.

Binární výstupní jednotky - binární výstupní jednotky slouží k připojování nejrůznějších akčních členů s dvouhodnotovým charakterem vstupního signálu, např. různá optická i akustická signalizační zařízení, cívky relé, stykačů, solenoidových ventilů, elektromagneticky ovládaných pneumatických či hydraulických rozvaděčů.

Binární výstupní jednotka většinou plní tyto funkce:

- galvanické oddělení signálu přicházejícího z CPU od signálu předávaného z výstupní jednotky akčním členům (pomocí optočlenů)
- zesílení signálu na potřebnou úroveň
- ochrana výstupů před zkratem
- signalizace stavu výstupů (pomocí LED diod).

Dodávají se v různých variantách a provedeních:

- pro stejnosměrné spínané napětí (nejčastěji 24V, 48V) se spínacími prvky tranzistorovými typu NPN i PNP

- pro střídavé spínané napětí 24 - 250V AC, 24 - 48V AC, 115 ÷ 230V se spínacími prvky triakovými
- pro stejnosměrné i střídavé napětí (do 250V AC/60V DC) se spínacími prvky reléovými.

Kombinované jednotky binárních vstupů a výstupů - v sortimentu binárních jednotek bývá i kombinovaný modul binárních vstupů a výstupů. Může být využit na optimální doladění sestavy, ale především je určen k multiplexovanému buzení a snímání matice tlačítek do rozsahu 8 x 8 nebo až 16 pater plochých zadávacích přepínačů.

Analogové vstupní jednotky - analogové vstupní jednotky zprostředkují kontakt programovatelného automatu se spojitým prostředím. Lze k nim připojit např. snímače teploty, vlhkosti, tlaku, síly, hladiny, rychlosti, ale i inteligentní přístroje s analogovými výstupy.

Důležitou součástí je A/D převodník s rozlišením 8 nebo 12 bitů. Sortiment bývá široký, např. jednotky pro určité typy čidel - pro termočlánky. U specializovaných jednotek je poněkud potlačena univerzálnost, zato jsou optimálně přizpůsobeny svému určení a poskytují tak levnější a kvalitnější řešení. Analogové moduly s galvanickým oddělením dovolují zvýšit odolnost systému proti rušení, v některých situacích jsou principiálně nenahraditelné.

Analogové výstupní jednotky - analogové výstupní jednotky slouží pro ovládání různých akčních členů či zařízení se spojitým charakterem vstupního signálu, jako jsou např. spojitě servopohony, frekvenční měniče, ale třeba i ručkové měřicí přístroje apod.

Nezbytnou součástí je D/A převodník, většinou mívá rozlišení 8 nebo 12 bitů. Analogové výstupy jsou buď napěťové nebo proudové. Proudové výstupy mohou být aktivní nebo pasivní. U aktivních nemusí mít připojený akční člen svůj zdroj proudu a je napájen přímo z analogového proudového výstupu automatu. Připojený akční člen má v tomto případě omezený maximální odpor.

Čítačové jednotky - rychlé čítače, odměřovací a polohovací jednotky jsou určeny k měření a řízení polohy, k řízení dráhy a rychlosti pohyblivých částí strojů a manipulačních mechanismů. Čítačové jednotky jsou určeny k čítání pulsů, jejichž perioda je srovnatelná nebo kratší, než je smyčka programu PA.

Polohovací jednotky - polohovací jednotky jsou určeny pro snímání polohy a řízení jedné nebo dvou souvislých os, případně pro řízení pohybu po naprogramované dráze. Parametry pohybu jsou zadávány programově z PA.

Komunikační jednotky - důležitou vlastností PA je schopnost komunikovat se vzdálenými moduly vstupů a výstupů, s podsystémy i nadřízenými systémy, s operátorskými panely a s jinými inteligentními přístroji, s počítači a s jejich sítěmi a tak vytvářet distribuované systémy.

Komunikační jednotky většinou rozšiřují počet asynchronních sériových komunikačních kanálů. U některých systémů jsou k dispozici i jednotky dálkových přenosů umožňující dálkové přenosy dat přes modem nebo přes radiomodem (40 km), RS 232 (15 m), RS 422, RS 485 (i 2 km).

Speciální jednotky

Mohou mít specializované moduly pro řešení regulačních úloh (např. regulátor PID) nebo pro řešení úloh s využitím fuzzy logiky a fuzzy regulace.

Dále se dodávají moduly pneumatických výstupů. Pneumatické ovládání má význam pro výbušné prostředí.

Počítačové jednotky

Počítačový modul, kompatibilní s PC. V něm lze standardními počítačovými prostředky řešit úlohy, které nejsou pro PA typické, např. složité a rychlé výpočetní algoritmy, grafické a geometrické úlohy, zpracování a archivace velkého množství dat, databázové

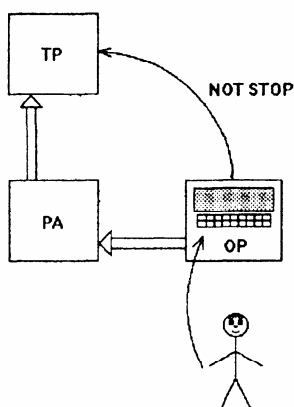
úlohy, výkonné komunikace, napojení PLC do počítačových sítí, připojení standardních počítačových periférií, paměťových karet PCMCA, apod. [1], [2], [10]

2.4 Úloha PA v systémech řízení

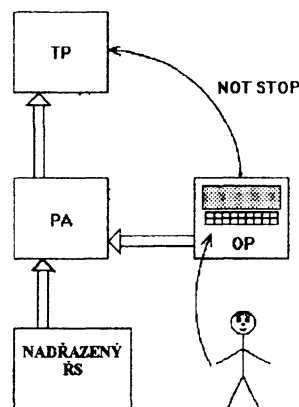
Programovatelný automat může být začleněn do systému řízení nejrůznějšími způsoby. Základní typy řízení spolu s postavením programovatelného automatu jsou:

- Dopředné řízení
- Zpětnovazební řízení

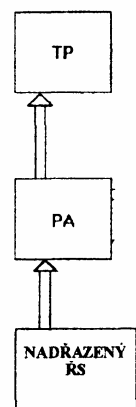
Dopředné řízení - působí PA na řízený objekt jednosměrně, jen jej ovládá a nekontroluje dosažený stav. Mezi řídicím systémem a řízeným objektem jsou zařazeny jen akční členy. Může plnit úlohy v **ručním** systému řízení, člověk – operátor, kdy PA zde může figurovat jen jako prostředník mezi povely operátora a mezi jednotlivými akcemi pro řízení stroje (obr. 7a.), i v **plně automatickém** systému řízení, kdy povely pro automat poskytuje nadřazený řídicí systém ve spolupráci s člověkem (obr. 7b.) nebo v **automatizovaném** systému řízení, kde povely pro automat zajišťuje nadřazený ŘS (obr. 7c.).



Obr. 7a.



Obr. 7b.



Obr. 7c.

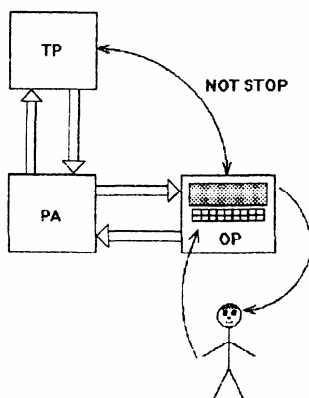
Obr 7. Dopředné řízení, a) ruční, b) plně automatické, c) automatizované

Zpětnovazební řízení - řídicí systém získává zpětnou informaci o stavu řízeného objektu. Porovnává požadovaný stav se skutečným a podle zjištěné odchylky upravuje své akční zásahy tak, aby dosáhl požadovaného stavu (nebo se mu co nejvíce přiblížil). Zpětnovazební řízení je typické pro regulační úlohy.

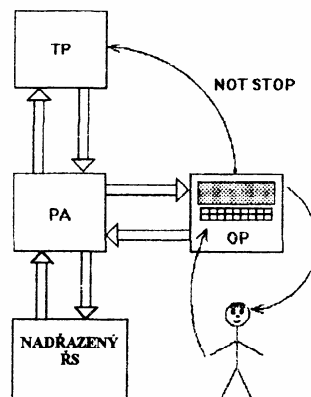
Při použití PA to znamená, že zadání žádané hodnoty je provedeno v číslicové formě, s číselnou informací systém pracuje i při zpracování skutečné hodnoty, odchylky a i při výpočtech pomocných veličin potřebných k realizaci regulačního algoritmu.

Řízený objekt je proto třeba doplnit o potřebné snímače pro měření stavu sledovaných veličin (teplota, hladina, tlak).

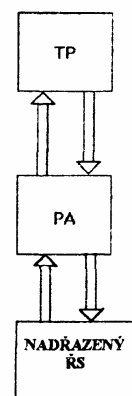
Za zpětnovazební řízení ale můžeme považovat i logické řízení, při kterém na objekt působíme jen dvouhodnotovými povely typu „vypni - zapni“ a zpracováváme i zpětnovazební informace dvouhodnotového charakteru ve významu hlášení o vykonání povelu nebo překročení povolených hodnot (např. hladina překročena, hladina nízká atd.). I zpětnovazební řízení může být *ruční* (obr. 8a.), *plně automatické* (obr. 8b.) nebo *automatizované* (obr. 8c.). [4], [9]



Obr. 8a.



Obr. 8b.



Obr. 8c.

Obr 8. Zpětnovazební řízení, a) ruční, b) plně automatické, c) automatizované

2.5 Výhody a nevýhody PA

Výhody:

Rychlá realizace – je to hlavní přednost PA, stačí navrhnout a objednat vhodnou sestavu modulů PA pro danou aplikaci, vytvořit projekt napsat a odladit uživatelský program a pak to vše zrealizovat a uvést do chodu.

Spolehlivost, odolnost, diagnostika – PA jsou navrženy tak, že jsou extrémně spolehlivé i v drsných průmyslových podmínkách, jsou odolné proti rušení i poruchám, vyznačují se robustností a spolehlivostí. PA jsou vybaveny vnitřními diagnostickými funkcemi, které kontrolují činnost systému a včas zjistí případnou poruchu, lokalizují ji, ošetří a odstraní.

Schopnost komunikace – k výhodám PA patří jejich schopnost komunikace s nejrůznějšími systémy a zařízeními jak v podřízené úrovni (např. senzory, měřicí zařízení), tak i v souřadné úrovni s ostatními PA a v neposlední řadě i s nadřazenými systémy.

Nevýhody:

Prodloužení odezvy – je to doba za kterou zareagují výstupy na změny na vstupech systému. Odezva PA bývá někdy delší a je dána dobou průchodu programu. Závisí na rychlosti procesoru a na délce aktivní větve programu. U integrovaných obvodů to bývají řádově nanosekundy až mikrosekundy u reléových systémů to jsou jednotky, desítky i stovky milisekund.

Nespojitost v čase – algoritmus je vykonáván cyklicky, vždy jen v určitých okamžicích. Uvnitř intervalu mezi okamžiky aktivace systém nereaguje na změny vstupních hodnot. Tuto skutečnost je třeba respektovat jinak může dojít k chybám, špatné vyhodnocení hrany signálu, ztráty vstupního impulsu atd. [5] [10]

3 CHARAKTERISTIKA A VYUŽITÍ PA TYPU SIEMENS

Řídicí systémy Siemens SIMATIC jsou známy především svojí spolehlivostí a robustností. Již řadu let jsou stabilním prvkem nejrůznějších technologií. Své renomé si získala dnes už výběhová řada SIMATIC S5. Na ni úspěšně navázala řada SIMATIC S7, která dodnes nabízí nejmodernější způsoby řešení technologických aplikací a je často nositelem inovací v celém oboru průmyslové automatizace. Tak jak se mění požadavky řešených úloh, jsou neustále vyvíjeny i nové řídicí prvky tak, aby co nejlépe vyhovovaly potřebám technologie, splňovaly náročné podmínky efektivního projektování a inženýringu a přitom respektovaly kontinuitu a pracovaly v souladu s již osvědčenými postupy a principy. [7]

Řídicí systémy Siemens SIMATIC můžeme rozdělit podle velikosti na:

- Siemens SIMATIC S7 – 200
- Siemens SIMATIC S7 – 300
- Siemens SIMATIC S7 – 400

3.1 Siemens SIMATIC S7 – 200

Patří do skupiny tzv. *Mikrosystémů*. Je to řada malých programovatelných logických automatů, které jsou určeny pro řízení jednoduchých aplikací. Kompaktní design, nízká cena a výkonné instrukce se v řadě S7-200 spojují tak, aby byl celý systém nejen jednoduchý, ale i výkonný. Jednotlivé PA řady S7 – 200 (obr. 9) se dělí podle druhu CPU (např. CPU 221, CPU 222, CPU 224, CPU 226 atd.).

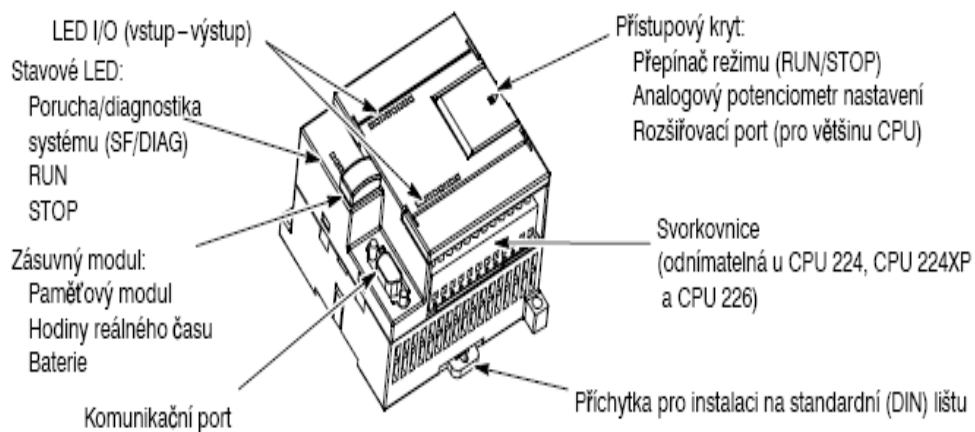


Obr 9. Siemens SIMATIC S7 – 200

Vlastnosti S7 – 200

- malý a kompaktní design
- nízká cena
- výkonná instrukční sada stejná pro všechny modely CPU
- systém časových přerušení i přerušení od události
- vysokorychlostní čítače a pulzní výstupy

Automat S7-200 disponuje nejen rozsáhlým instrukčním souborem, je vybaven i silnými komunikačními funkcemi. Pro zjednodušení programování jsou připraveni tzv. **Průvodci**, kteří dokáží vygenerovat celé části programu dle požadavků programátora (např. pro nastavení PID regulátoru, komunikace nebo polohování). Základní popis modulu S7 – 200 (obr. 10).



Obr 10. Popis modulu S7 – 200

Pro lepší splnění požadavků vaší aplikace má řada S7-200 širokou škálu rozšiřovacích modulů. Těmito rozšiřovacími moduly můžete do S7-200 přidat další funkce nebo rozšířit počet vstupů a výstupů.

Druhy rozšiřovacích modulů

- Digitální moduly (např. 8 digitálních vstupů 24 V DC, 8 digitálních vstupů 120/230 V AC, 16 digitálních vstupů 24 V DC)
- Analogové moduly (např. 4 analogové vstupy / 12 bitů + 1 analogový výstup / 12 bitů)
- Moduly SIWAREX (měření hmotnosti)
- Polohovací moduly (ovládání krokových motorů a servopohonů, např. 4 analogové vstupy / 12 bitů)
- Komunikační moduly

Komunikační možnosti S7 – 200

- Ethernet (včetně internetových funkcí – WWW, FTP, e-mail)
- PROFIBUS-DP slave
- AS-Interface master
- PPI/MPI slave (komunikace s S7-300, S7-400)
- RS 485 (sériová komunikace)
- pevná telefonní linka
- GSM, GPRS

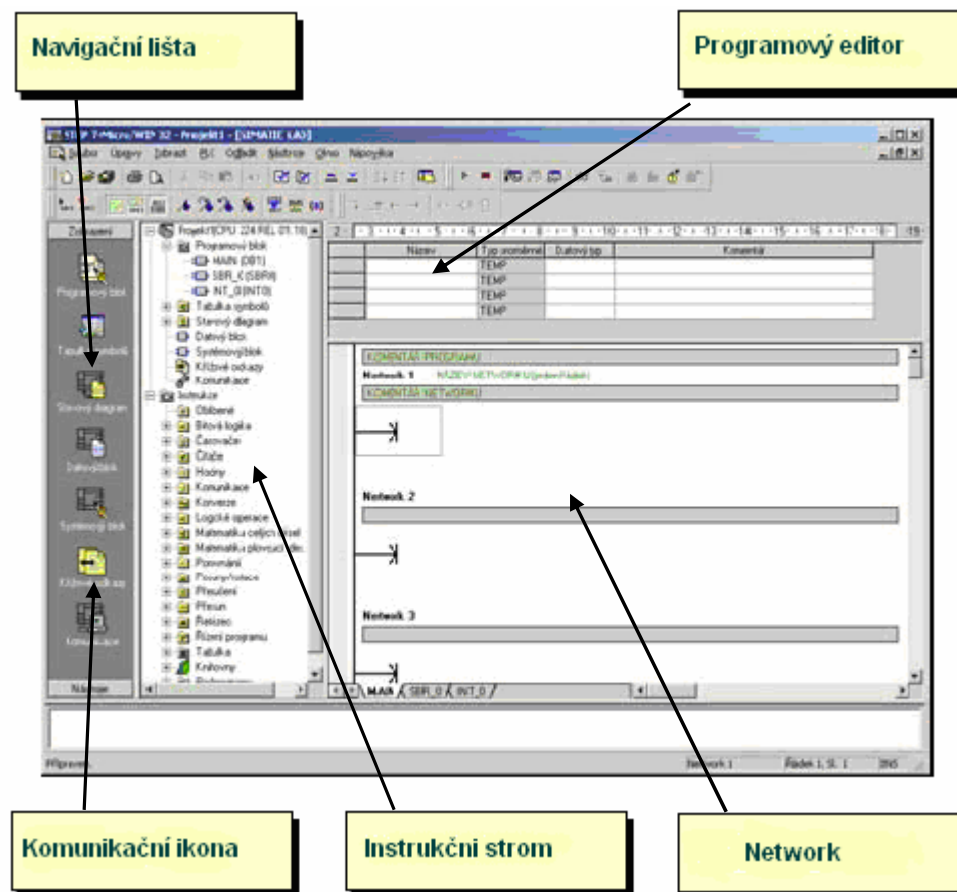
Software pro S7 – 200 – zařízení S7-200 monitoruje vstupy a řídí výstupy pomocí uživatelského programu, který může obsahovat Booleovu logiku, počítání, časování, složité matematické operace a komunikaci s jinými inteligentními zařízeními. Kompaktní design, flexibilní konfigurace a výkonný instrukční soubor jsou důvody, proč je zařízení S7-200 optimálním řešením pro řízení široké škály aplikací. K naprogramování slouží STEP 7 – Micro/WIN (32bitový programovací software).

STEP 7 - Micro/WIN poskytuje uživatelsky příjemné prostředí pro vytváření, editaci a monitorování logiky, nutné k řízení aplikace. STEP 7 - Micro/WIN obsahuje tři programové editory pro komfort a efektivitu při vytváření řídicího programu pro aplikaci.

Požadavky na počítač - STEP 7 - Micro/WIN běží na osobním počítači nebo na programovacím přístroji Siemens (např. PG 760). Váš počítač nebo programovací přístroj by měly splňovat tyto minimální požadavky:

- Operační systém Windows 2000, XP, professional nebo Home
- Alespoň 100MB volného prostoru na HDD
- Myš (doporučeno)

Po nainstalování STEP 7 - Micro/WIN se na obrazovce monitoru PC objeví ikona a po kliknutí na tuto ikonu spustíme nový projekt (obr. 11).



Obr 11. Zobrazení STEP 7 - Micro/WIN

Navigační lišta – slouží k otevírání prvků projektu.

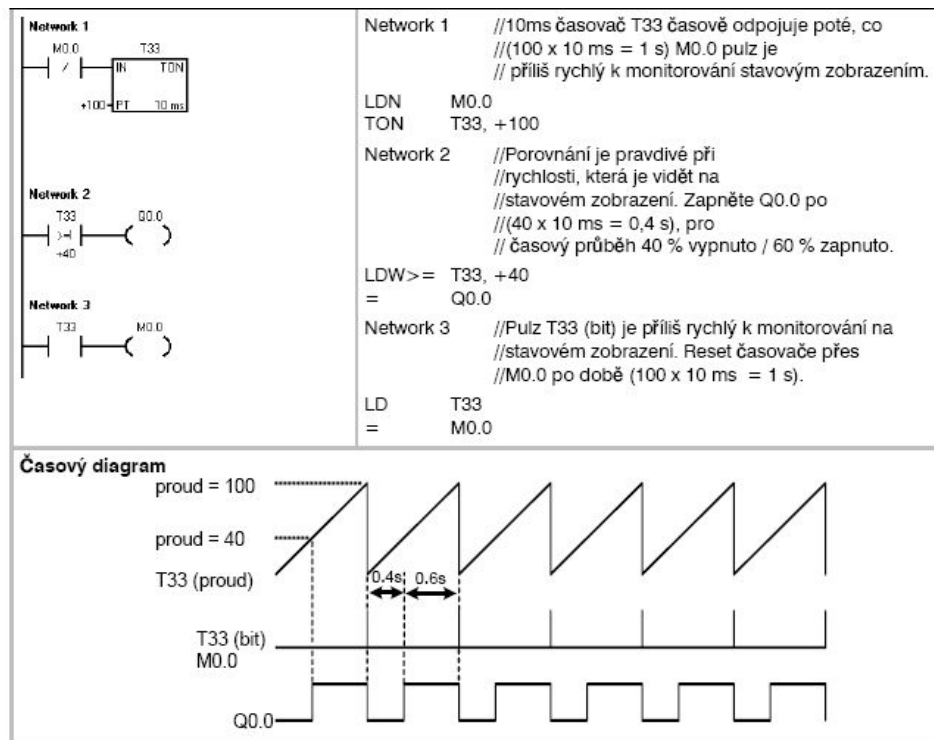
Komunikační ikona – po kliknutí se zobrazí komunikační dialogové okno pomocí kterého nastavujeme komunikaci pro STEP 7 - Micro/WIN.

Programový editor – otevře se při kliknutí na ikonu programového bloku. Slouží k vložení instrukcí LAD (Ladder Diagram – kontaktní plán) a STL (Statement list – seznam výrazů).

Instrukční strom – slouží k vložení instrukcí do networku (např. časovače, čítače, atd.)

Network – slouží k samotné tvorbě programu.

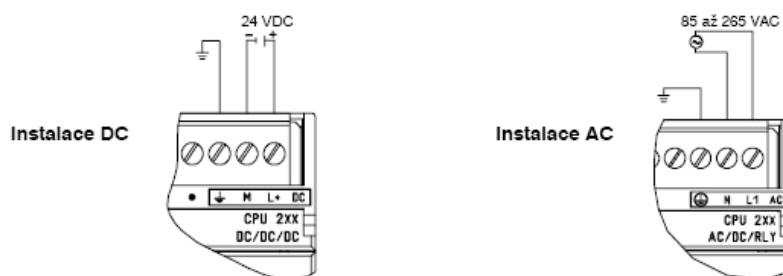
Vzorový program (obr. 12) pro zahájení práce se STEP 7 - Micro/WIN zobrazuje úplný program v LAD i v STL. Komentář v STL vysvětluje logiku pro každý network. Diagram časování zobrazuje chod programu.



Obr 12. Vzorový program STEP 7 - Micro/WIN

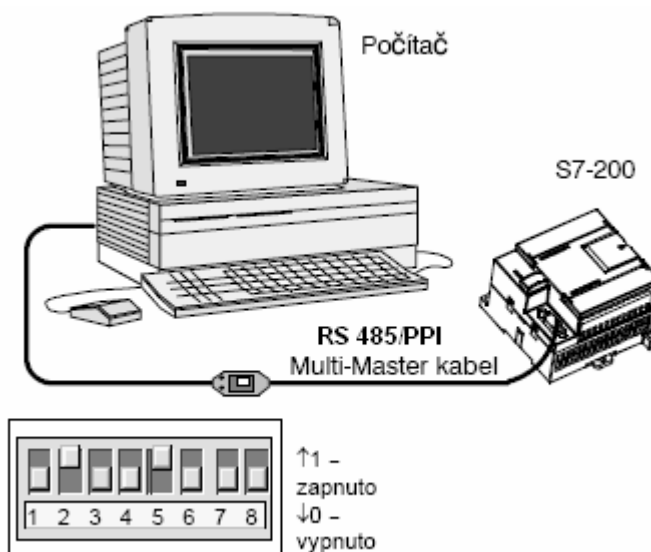
Připojení napájení S7 – 200 – připojení S7-200 je snadné. Pro tento příklad je potřeba pouze připojit napájení k CPU S7-200 a pak připojit komunikační kabel mezi programovací zařízení a S7-200.

Prvním krokem je připojení S7-200 k napájecímu zdroji. Zapojení S7-200 pro stejnosměrný (DC) nebo střídavý (AC) model S7-200 (obr. 13).



Obr 13. Připojení napájení CPU S7 – 200

Komunikační připojení S7 – 200 – RS – 485/PPI Multi – Master kabel, kterým se připojí S7 – 200 k počítači (obr. 14). Konektor RS – 485/PPI Multi – Master kabelu se připojí ke komunikačnímu portu počítače a druhý konec kabelu se připojí k portu 0 nebo 1 jednotky S7 – 200. DIP přepínače se nastaví dle obrázku. [7], [14]



Obr 14. Příklad komunikačního připojení S7 – 200

3.2 Siemens SIMATIC S7 – 300

Průmyslový řídicí systém SIMATIC S7-300 (obr. 15) je nejprodávanějším řídicím systémem z široké nabídky firmy Siemens. Je určen pro realizaci rozmanitých automatizačních úloh středního rozsahu. Poskytuje univerzální automatizační platformu pro systémová řešení s hlavním důrazem na výrobní technologii. Jádrem řídicího systému řady S7-300 je jednotka CPU, která zpracovává uživatelský program.

Má plně integrované automatizace s mnoha referenčními aplikacemi na celém světě a v různých oblastech průmyslu. Uživatelé S7-300 profitují ze zkušeností a globálních servisních služeb společnosti s významným postavením na trhu a z kvality spojené se jménem SIMATIC jako takovým.



Obr 15. SIMATIC S7-300

Dle různých požadavků aplikace si uživatel může vybrat z následujících typů CPU:

- Standardní CPU
- Kompaktní CPU
- Bezpečnostní CPU
- Technologické CPU

Standardní CPU – Všechny jednotky (obr. 16) jsou standardně osazeny programovacím a komunikačními rozhraními MPI (Multi-port interface), v některých je zabudováno i rozhraní PROFIBUS (typy 315-2DP, 317-2DP, 318-2DP). Novým trendem v současné automatizaci je orientace na standard Ethernet i ve výrobních provozech. Tomu plně vyhovují nové CPU s integrovaným ethernetovým rozhraním (typy 315-2PN/DP, 317-2PN/DP).



Obr 16. Standardní CPU

Kompaktní CPU – Jako kompaktní (obr. 17) se označují CPU doplněné digitálními a analogovými v/v (vstup/výstup) a nejčastěji vyžadovanými základními technologickými funkcemi jako rychlé čítání, měření frekvence, polohování a PID regulace. Všechny typy jsou standardně vybaveny komunikačním rozhraním MPI. Výkonnější procesorové jednotky jsou pak doplněny ještě o rozhraní PROFIBUS (typy 313C-2DP, 314C-2DP) nebo RS422/RS485 (typy 313C-2PtP, 314C-2PtP).



Obr 17. Kompaktní CPU

Bezpečnostní CPU – Bezpečnostní systémy se používají všude tam, kde je třeba zajistit co nejvyšší stupeň bezpečnosti obsluhy, výrobního zařízení či okolního prostředí (např. je-li potřeba předejít nehodám a poškození zdraví či životního prostředí v důsledku poruchy). Hlavním znakem je spojení standardní provozní automatizace a bezpečnostní techniky do jediného systému. To znamená, že po síti PROFIBUS-DP zde mezi centrálním řídicím systémem a distribuovanými moduly v/v probíhá nejen „běžná“ komunikace, ale také bezpečnostně orientovaná komunikace a není nutná žádná samostatná bezpečnostní komunikační linka (obr. 18).



Obr 18. Bezpečnostní CPU

Technologické CPU – celý řídicí systém je tvořen zdrojem napájení a sestavou přídatných karet (modulů), které doplňují jednotku CPU. Signálové moduly (SM) – DI/DO, AI/AO pro všechny typy běžných procesních signálů. Zde jsou přímo začleněny výkonné technologické funkce a funkce pro řízení polohy a pohybu (typ CPU 317T-2 DP, obr. 19). Jsou navržena pro dynamické řízení pohybu v několika osách současně (např. nastavování polohy, synchronizace a spínání s použitím vaček).



Obr 19 Technologické CPU

Celý řídicí systém je tvořen zdrojem napájení a sestavou přídatných karet (modulů), které doplňují jednotku CPU. Všechny moduly lze jednoduše instalovat na profilovou lištu. K dispozici je široká paleta různých modulů, které umožňují PA optimálně přizpůsobit požadavkům řízeného procesu či technologie.

- Signálové moduly (SM) – DI/DO, AI/AO pro všechny typy běžných procesních signálů.
- Moduly rozhraní (IM) – pro víceřadá uspořádání.
- Funkční moduly (FM) – pro zpracování komplexních nebo časově kritických procesů nezávisle na CPU, např. rychlé čítání, měření frekvence, polohování, PID algoritmy
- Komunikační procesory (CP) – zprostředkovávají propojení různých sběrniceových systémů nebo spojení s dalšími přístroji sériovou linkou.

Aplikace – SIMATIC S7-300 nabízí řešení pro nejrozmanitější automatizační úlohy v následujících oblastech, např.

- Automobilový průmysl
- Výroba standardních strojů a zařízení
- Zpracování plastů
- Balicí průmysl
- Potravinářský a tabákový průmysl
- Vodárenství, výroba a rozvod el. energie

SIMATIC S7-300 umožňuje prostorově úsporné, modulární uspořádání řídicích systémů pro různé typy úloh, přičemž nezáleží na pořadí jednotlivých modulů. [2], [3], [7]

Podrobný popis SIMATIC S7-300 je popsán v praktické části včetně napájení, komunikace a programovacího softwaru Step7.

3.3 Siemens SIMATIC S7 – 400

Průmyslový řídicí systém SIMATIC S7-400 (obr. 20) je určen především pro náročnější automatizační úlohy velkého rozsahu. Jeho doménou jsou zejména velké výrobní celky navazující na celopodnikové řízení zdrojů a systémy pro sběr, archivaci a zpracování technologických dat.

SIMATIC S7-400 charakterizuje především vysoká rychlost zpracování, rozsáhlé komunikační možnosti a výkonná konfigurace systému (paměť, čítače, časovače atd).



Obr 20. Simatic S7 – 400

Charakteristické vlastnosti řady S7 – 400

- Multicomputing – provoz více než jedné CPU v centralizované konfiguraci řídicího systému, např. řízení, početní operace nebo komunikace, které lze navzájem oddělit a přiřadit je samostatným CPU. Každá z těchto CPU může mít dále připojeny vlastní lokální v/v a může zpracovávat vlastní program. V režimu multicomputing pracují všechny CPU jako jedna CPU, tzn. jestliže se jedna CPU zastaví, zastaví se současně i všechny ostatní.

- Izochronní režim – je časová synchronizace procesoru a vzdálených periférií po sběrnici PROFIBUS. Díky přesnému taktování lze spolehlivě obsluhovat i rychlé procesy, např. řízení pohybu, měření a regulace.
- Možnost změny konfigurace za chodu – možnost výměny modulů či změna jejich parametrů za provozu systému. Díky této systémové funkci lze bez jakýchkoliv negativních dopadů na provozované technologické zařízení za plného provozu připojit nové senzory či akční členy.

Hlavní znaky S7 – 400

- Stupňovitý výběr CPU
- Rozsáhlý výběr modulů
- Rozšíření až na 300 modulů
- Připojení do sítě PROFIBUSEM, MPI nebo Ethernet
- Připojení s PC s přístupem do všech modulů
- Žádné omezení pro sloty
- Multi-programování (až 4 CPU v centrálním rámu)

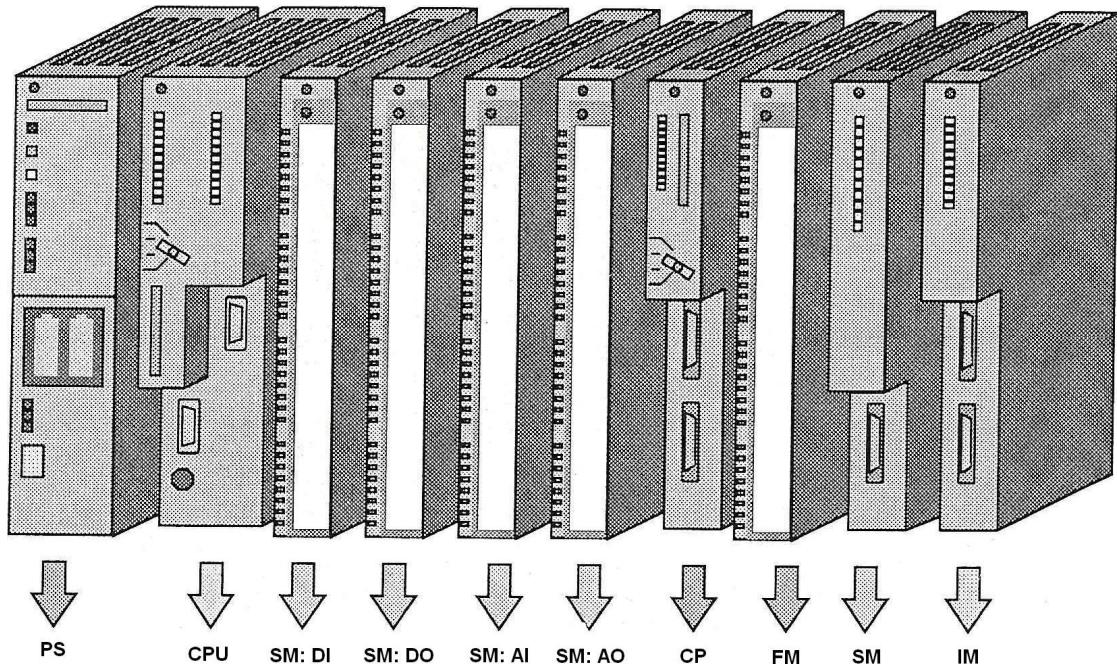
Moduly řídicího systému S7 – 400

Celý řídicí systém S7 – 400 (obr. 21) se skládá z několika modulů. Tyto moduly se samozřejmě mohou kombinovat podle potřeby jednotlivých automatizačních úloh.

- PS – zdroj řídicího systému
- CPU – centrální procesorová jednotka (např. CPU 412 – 1, CPU 416 – 2DP atd.)
- SM – signální moduly: digitální vstupní 24V DC, 120/230V AC, digitální výstupní 24V DC, analogové vstupní a výstupní moduly (napětí, proud, odpor).
- CP – komunikační procesory poskytující síťové možnosti (PROFIBUS, Ethernet)
- FM – funkční moduly zajišťující speciální funkce (počítání, pozicování, regulace)

- IM – interfaceové moduly (např. IM 460, IM 461 atd.), umožňují spojení mezi rozdílnými rámy. UR1, UR2 (universální) na 18 – 9 modulů.

ER1, ER2 (přídavný) na 18 – 9 modulů.



Obr 21. Moduly S7 – 400

Design CPU S7 – 400

Základ systému S7-400 tvoří vnitřní sběrnice, napájecí zdroj a CPU (obr. 22). Řada S7-400 je charakteristická svou robustností – provoz bez ventilátoru, možnost změny konfigurace či výměna modulu za provozu.

- Přepínač režimů – polohy: MRES = RESet modulu

STOP = není vykonán žádný program a výstupy blokuje

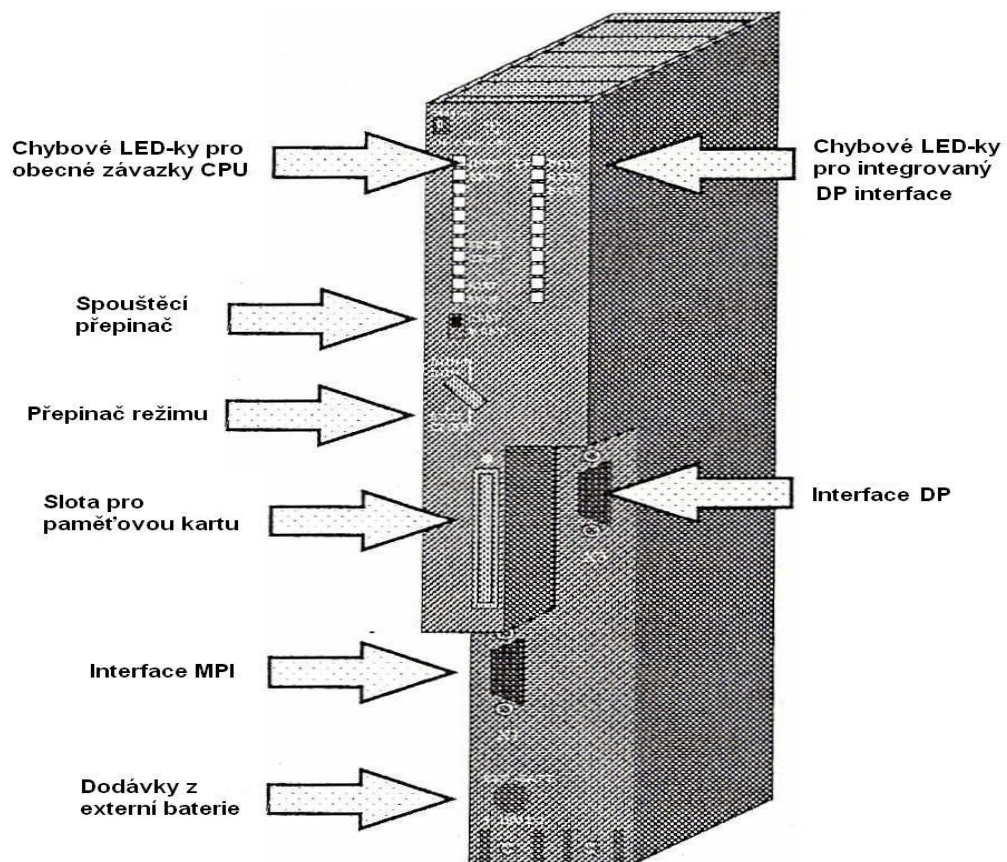
RUN = vykonává program, ale jen pro čtení i z PG

RUN – P = vykonává program, čtení/zápis i z PG

- Spouštěcí přepínač – polohy: CRST = provedení úplného restartu (**C**old **R**e**S**Tart)

WRST = provedení restartu (**W**arm **R**e**S**Tart)

- EXT BATT – přídavný externí bateriový zdroj napětí (DC 5.....15V) pro zabezpečení RAM paměti (např. výměna zdrojové karty, výpadek proudu.)
- Chybové LED diody – signalizují stav CPU (např. BATF – závada baterie (červená). RUN – bliká při spouštění CP (zelená). STOP – svítí při režimu stop (oranžová) atd.)
- Interface DP – pro přímé spojení decentrálních periférií s CPU (typy CPU: 413 – 2DP, 414 – 2DP, 416 – 2DP, 417 – 2 DP)
- Spojení MPI – pro zařízení s rozhraním MPI
- Sloty pro paměťovou kartu – použití externích zálohovacích pamětí typu RAM (kapacita 64KB, 256KB, 1MB, 2MB) zálohována pomocí baterie. Flash EPROM (64KB, 256KB, 1, 2, 4, 8, 16MB) zálohována na integrovaných EEPROM



Obr 22. CPU S7 – 400

Modularita S7 – 400

Modularita je jedním z předních rysů celého systému. Výkonná vnitřní sběrnice S7-400 (obr. 23) a komunikační rozhraní, integrovaná přímo v CPU umožňují pohodlný a výkonný provoz na více komunikačních linkách.

Rozhraní, která jsou integrována přímo na CPU, umožňují konfiguraci výkonných komunikačních struktur díky využití standardních sběrnicových technologií, např. pro připojení HMI (Human-Machine Interface) komponent a programovacích přístrojů. Je možno připojit i větší počet HMI zařízení. Programovací přístroje lze spojit s každým bodem sítě (routing) a adresovat všechny síťové uzly.



Obr 23. Síťové rozhraní s komunikačním procesorem

MPI (Multi-port interface) – je úsporné řešení pro komunikaci s programovacími přístroji a PC, HMI systémy a dalšími řídicími systémy SIMATIC S7/C7/WinAC. Celkem lze propojit 125 MPI stanic s přenosovou rychlostí 187.5 kbit/s, např. pro výměnu procesních dat mezi různými řídicími systémy nebo s komponenty HMI bez jakékoliv programování. Rozhraní MPI lze konfigurovat též jako rozhraní PROFIBUS-DP a připojit tak další DP sběrnici.

PROFIBUS DP - SIMATIC S7-400 lze napojit na PROFIBUS-DP (dle EN 50170), což přináší optimální konfiguraci rozsáhlejších distribuovaných sítí. Tím se otevírají komunikační možnosti i pro další partnery – od řídicích systémů SIMATIC až po přístrojovou techniku od jiných výrobců. Je možné také komunikovat se stávajícími systémy SIMATIC S5. Distribuované v/v lze konfigurovat pomocí vývojového prostředí STEP 7 úplně stejně jako centralizované.

Komunikační moduly rozhraní – lze je použít pro např. budoucí plánované rozšíření dané konfigurace. Pro tyto účely má CPU 414-3 a 416-3 jeden volný slot a CPU 417 má dva volné sloty. Přidáním právě těchto modulů rozhraní lze jednoduše připojovat a konfigurovat další DP sítě s jednotkami master a slave.

Aplikace – SIMATIC S7-400 nabízí řešení pro nejrozmanitější automatizační úlohy v následujících oblastech, např.

- Energetika
- Farmacie
- Chemie
- Potravinářský průmysl
- Vodárenství

Software S7 – 400 – S7-400 se programuje jako standardní systém za použití všech STEP 7 programovacích jazyků přidáním příslušného SW balíku (STEP 7 V5.3). Program bude podrobněji popsán v praktické části. Programování je stejné jako u SIMATICU S7 – 300.
[1], [2], [12]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 ŘÍDICÍ JEDNOTKA S7 – 300

4.1 Popis CPU a modulů S7 – 300

PA SIMATIC S7 – 300 je modulární systém pro nižší třídy úloh. Stejně jako u řídicího systému S7 – 400 (obr. 21) se skládá z několika modulů a tyto moduly se samozřejmě mohou kombinovat podle potřeby jednotlivých automatizačních úloh. Základ systému S7-300 tvoří vnitřní sběrnice, napájecí zdroj a CPU (obr. 24).

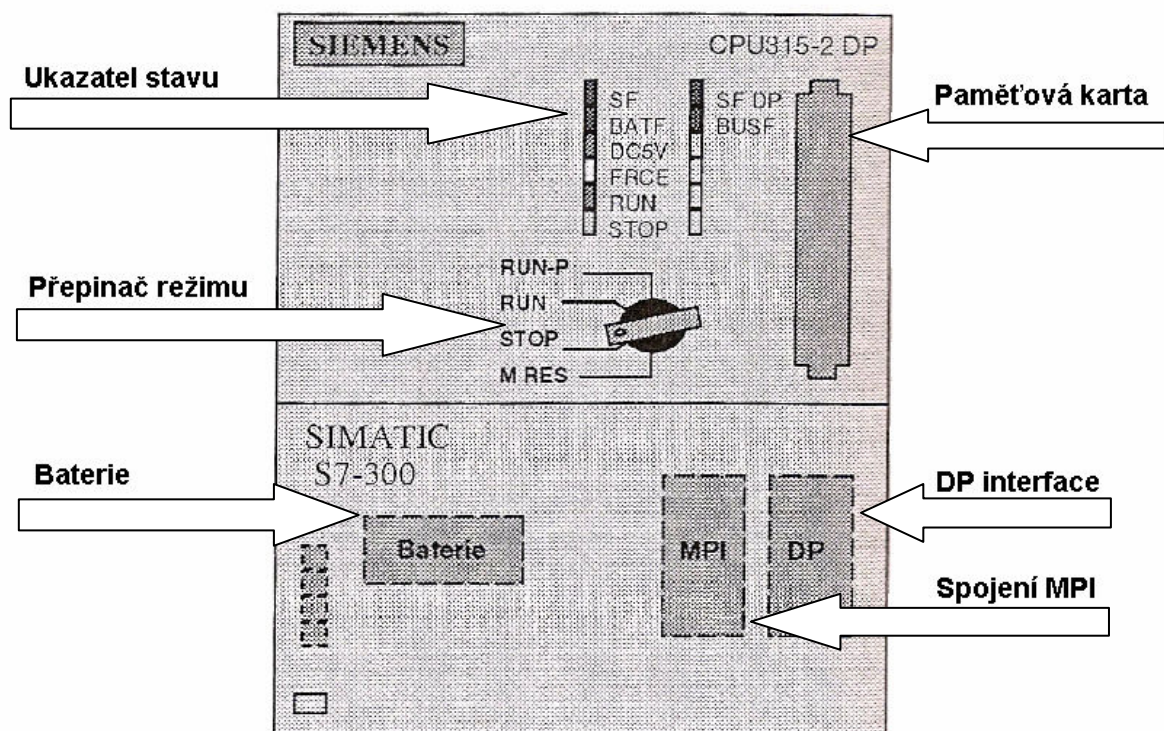
Hlavní znaky S7 – 300

- Stupňovitý výběr CPU
- Rozsáhlý výběr modulů (rozšíření až na 32)
- Možnost propojení do sítě MPI, PROFIBUS, ETHERNET
- Připojení PC s přístupem do všech modulů
- Konfigurace a nastavení parametrů pomocí HW Config

Design CPU S7 – 300

- Přepínač režimů – polohy: MRES = Modul **R**eset (reset modulu)
 - STOP = program není vykonáván
 - RUN = vykonávání programu, pouze pro čtení z PG
 - RUN-P = vykonávání programu, čtení/zápis i z PG
- Ukazatel stavu: SF = vnitřní závada CPU nebo modulu (červená)
 - BATF = závada baterie (červená)
 - DC5V = interní ukazatel napětí 5V DC (zelená)
 - FRCE = FORCE indikuje, že vstup a výstup je ovlivněn
 - RUN = bliká při spouštění CPU, v RUN svítí (zelená)
 - STOP = při stop režimu, bliká při resetu paměti (žlutá)

- Paměťová karta – je možno uložit obsah programu, není nutná baterie
- Rám pro baterii – baterie poskytuje záložní energii pro RAM při výpadku proudu
- Spojení MPI – spojení pro jiné zařízení s interfacem (rozhraním) MPI
- DP interface – pro přímé spojení necentrálních periférií s CPU



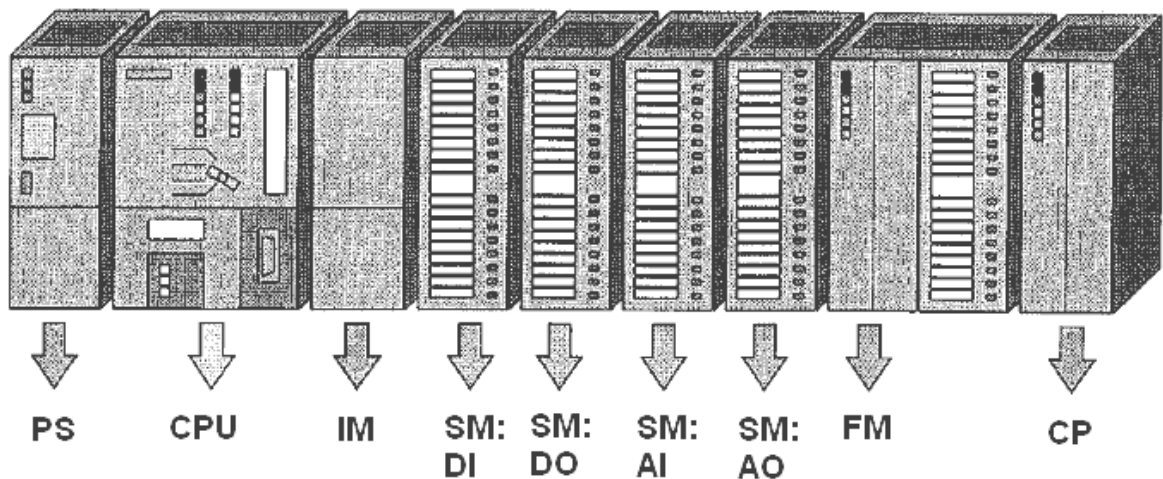
Obr 24. Popis CPU S7 – 300

Moduly S7 – 300

Celý systém se je tvořen jednotlivými typy modulů (obr. 25).

- PS – zdroj řídicího systému
- CPU – centrální procesorová jednotka (např. CPU 314 IFM, CPU 315 – 2DP atd.)
- Signální moduly (SM) – digitální vstupní 24V DC, 120/230V AC, digitální výstupní 24V DC, analogové vstupní a výstupní moduly (napětí, proud, odpor)

- Interfacové moduly (IM) – umožňují víceřadé konfigurace a vytváří propojení sběrnic (např. IM 360 / IM 361, IM 365).
 - Dummy moduly (DM) – tzv. falešné moduly, které rezervují slotu pro signální moduly
 - Funkční moduly (FM) – zajišťují speciální funkce (např. počítání, pozicování, regulace smyčky)
 - Komunikační procesory (CP) – umožňují připojení MPI, PROFIBUS, ETHERNET
- [7], [12]



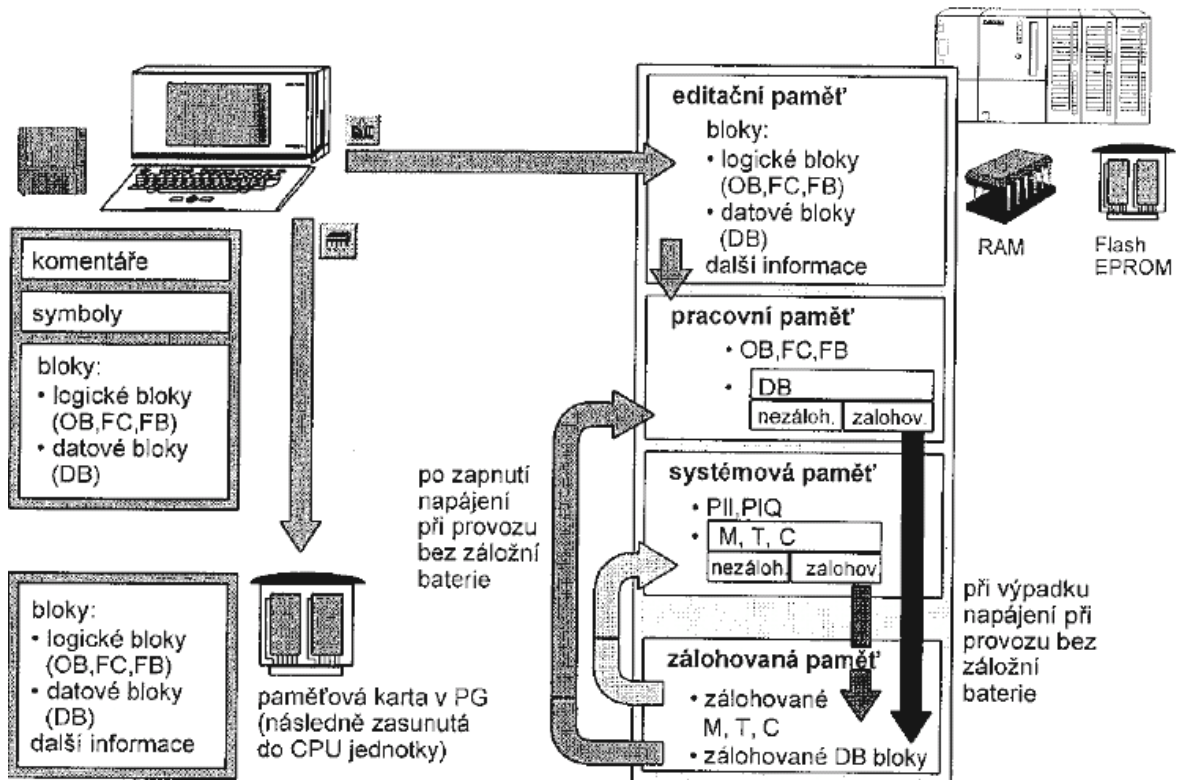
Obr 25. Moduly S7 – 300

4.2 Pojetí paměti v jednotce S7 – 300

Důležité paměťové oblasti (obr. 26) v centrální procesorové jednotce S7 – 300 můžeme rozdělit do těchto skupin:

- Ukládací paměť – může být buď jako zasouvací paměťová karta nebo integrovaná RAM. Je součástí programovatelného modulu. Obsahuje uložené objekty vytvořené na programovacím zařízení (logické nebo datové bloky atd.).

- Operační paměť – obsahuje pouze údaje potřebné v době provozu. RAM je integrovaná do CPU a je podporována baterií.
- Systémová paměť – obsahuje paměťové oblasti pro: tabulky vstupů a výstupů procesu, bitové paměti, časové spínače, počítadla, atd.
- Zálohovací paměť – je to přechodná RAM pro podporu bitové paměti, časovačů, počítadel a datových bloků i v případě, že není k dispozici záložní baterie. Zálohované oblasti se volí při nastavení parametrů CPU.
- Paměťová karta – je možno uložit obsah programu. Po zasunutí karty do CPU je nutné provést vymazání paměti (přepínač režimů do polohy MRES). Pokud CPU pracuje musí zůstat karta zasunutá. [12]



Obr 26. Paměti v S7 – 300

4.3 Komunikační služby v jednotce S7 – 300

Důležitým prvkem moderních řešení v průmyslové automatizaci je komunikace. Zejména v posledních letech vzrůstá obliba decentralizovaného řízení a díky průmyslovým sběrníkovým systémům (obr. 27) a pronikání Ethernetu do provozních úrovní podniku bude tento trend nadále akcelarovat. Siemens nabízí v závislosti na komunikační požadavky následující subsítě.

MPI (Multi-port interface) – Ovladač umožňuje připojení jednoho nebo několika průmyslových automatů SIMATIC S7. Komunikace probíhá mezi S7 – 200, 300, 400 a PC. Ke komunikaci přes rozhraní MPI je potřeba příslušný hardware, např. komunikační karta CP5611 pro sběrnici PCI nebo PCMCIA karta CP5511. Dále je možno použít externí PC adaptér (MPI), který se připojuje na standardní sériové rozhraní počítače RS-232.

PROFIBUS – je určen pro nižší až střední rozsah komunikační výkonnosti. Přenosovým médiem je stíněná kroucená dvoulinka (standard RS 485) nebo optický kabel (skleněná nebo plastová vlákna). Přenosová rychlost je až 12 Mbit/s.

Komponenty:

- Přenosová media – kabely, konektory, atd.
- Síťové komponenty
- Komunikační procesory pro řídicí systémy SIMATIC – např. (CP 342-5, CP 343-5, CP 443-5)
- Komunikační procesory pro PC, PG a pracovní stanice – např. (CP 5512, CP 5611)
- Link moduly - propojení sítě PROFIBUS se sítěmi Industrial Ethernet, atd.

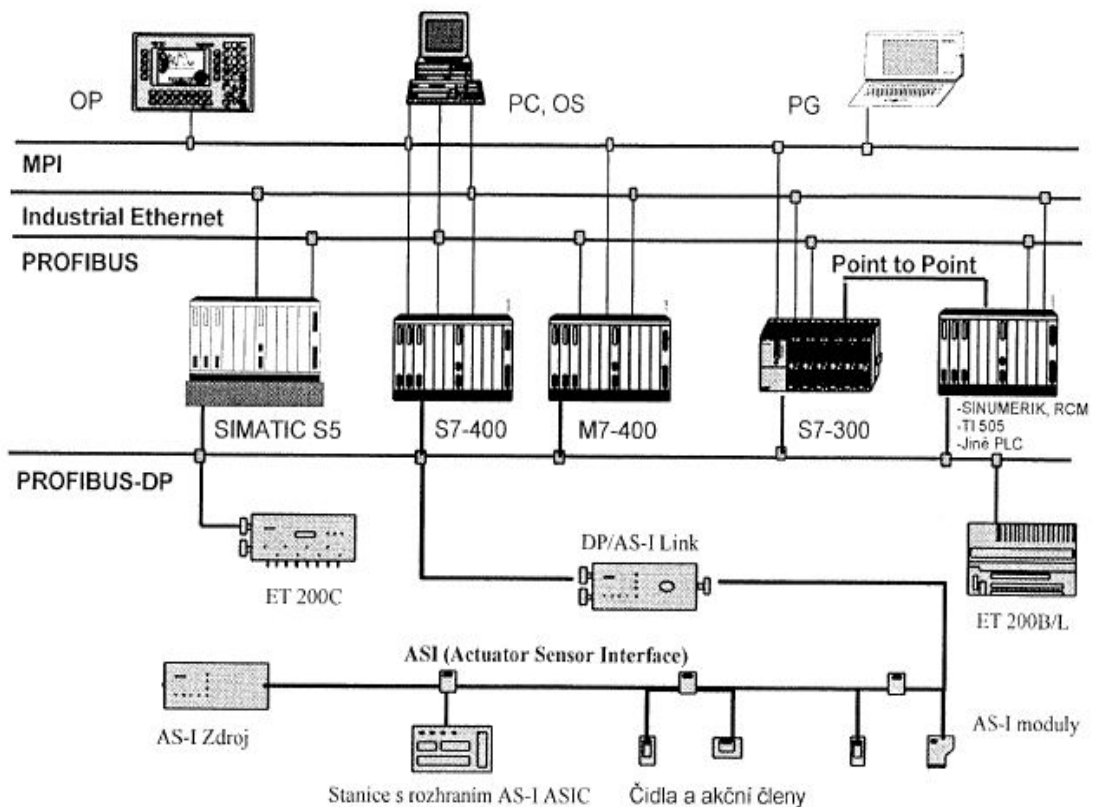
ETHERNET – je široce uznávaný a výkonný sběrníkový systém pro datové přenosy od úrovně řízení procesů až po nadřazené lokální nebo rozlehlé sítě. Systém je speciálně vytvořen pro náročnější průmyslové podmínky a disponuje výkonnou datovou komunikací. Mimo to nabízí Ethernet základní technologie pro intranet a internet s možností mnohostranné integrace do celosvětové sítě. Přenosová rychlost 10 Mbit/s – 10 Gbit/s.

Komponenty:

- Přenosová média – kabely, konektory
- Síťové komponenty
- Komunikační procesory pro řídicí systémy SIMATIC – např. (CP 243-1, CP 343-1, CP 443-1)
- Komunikační procesory pro PC, PG a pracovní stanice – např. (CP 1613, CP 1612, CP 1512)
- IE/PB Link - propojení sítě Industrial Ethernet se sítí PROFIBUS

PtP-Connection (Point-to-Point) – spojení se používá ke spojení mezi dvěma stanicemi nebo pro spojení stanice s datovým terminálem (OP, tiskárna, čtečka čárového kódu, atd.)

AS-Interface – je komunikační síť určena pro nejnižší úroveň komunikace mezi PA a jednotlivými čidly a akčními členy. [3], [7], [12]



Obr 27. Sběrníkový systém komunikace

4.4 Simulační a vizualizační prostředky SIMATIC

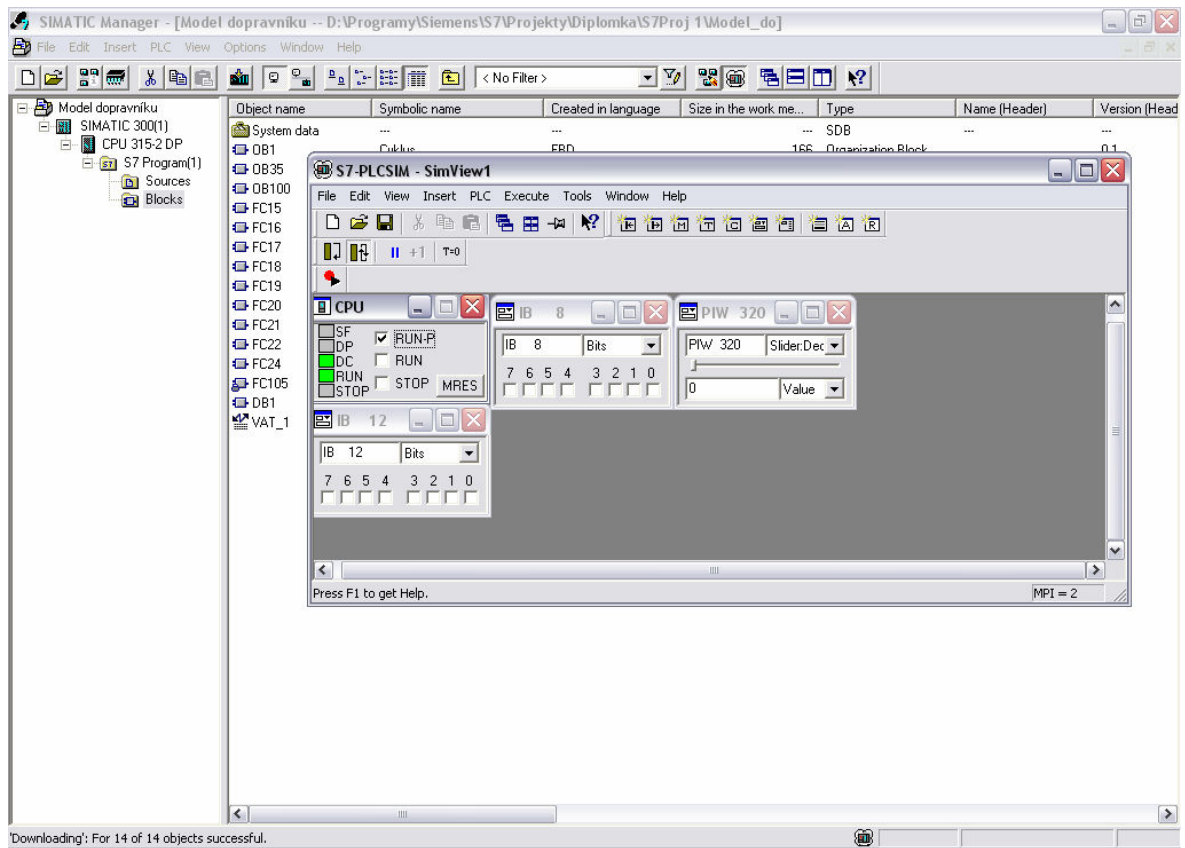
V této poslední kapitole bych se chtěl stručně zmínit o dvou systémech SIMATICU, které se používají k simulaci reálného procesu a k vizualizaci při monitorování výroby.

SIMATIC S7 – PLCSIM – imituje kompletní S7 – CPU včetně adres a I/O, markerů (pomocné bity), čítačů, časovačů, analogových hodnot atd. na PC, jinými slovy S7 – PLCSIM (obr. 28) vám dovolí zkontrolovat funkčnost uživatelských programů na PC bez ohledu na tom, zda je patřičný hardware k dispozici nebo ne. Umožňuje tak testovat program offline a je použitelný pro všechny programovací jazyky STEPu 7 (STL, FBD, LAD atd.). S7 – PLCSIM jsem často využíval, protože reálný model jsem neměl vždy k dispozici.

S7 – PLCSIM nabízí následující funkce pro chod programu na simulovaném PA.

- Ikona (Simulation On/Off) na panelu nástrojů SIMATIC Manageru vypíná a zapíná simulaci. Pokud je simulace zapnuta, každé nové spojení je automaticky připojeno k simulovanému PA. Pro nahrání programu je naprosto stejný postup jako u skutečného PA, tedy přes ikonu DOWNLOAD. Jestli-že je simulace vypnuta, pak je každé nové spojení připojeno ke skutečnému PA.
- Můžeme vytvořit zobrazovací objekty, které nám umožní přístup na paměťovou kartu, akumulátory a složky simulovaného CPU a můžeme modifikovat a zobrazit všechna data v těchto zobrazovacích objektech.
- Můžeme změnit operační režim CPU (STOP, RUN, RUN-P) úplně stejně jako na skutečném CPU. Lze použít i funkci PAUZA, která umožní zastavit provádění programu bez účinku na stav programu.

Výhody – pomocí S7 – PLCSIM můžeme zjistit a odstranit chyby již v počáteční fázi vývoje. Je zvýšena kvalita programu a spouštěcí náklady jsou sníženy.



Obr 28. SIMATIC Manager se spuštěným S7 – PLCSIM

SIMATIC WinCC (Windows Control Center) – je systém otevřené vizualizace výroby, který může být bez problémů integrován do nového nebo již existujícího systému PA.

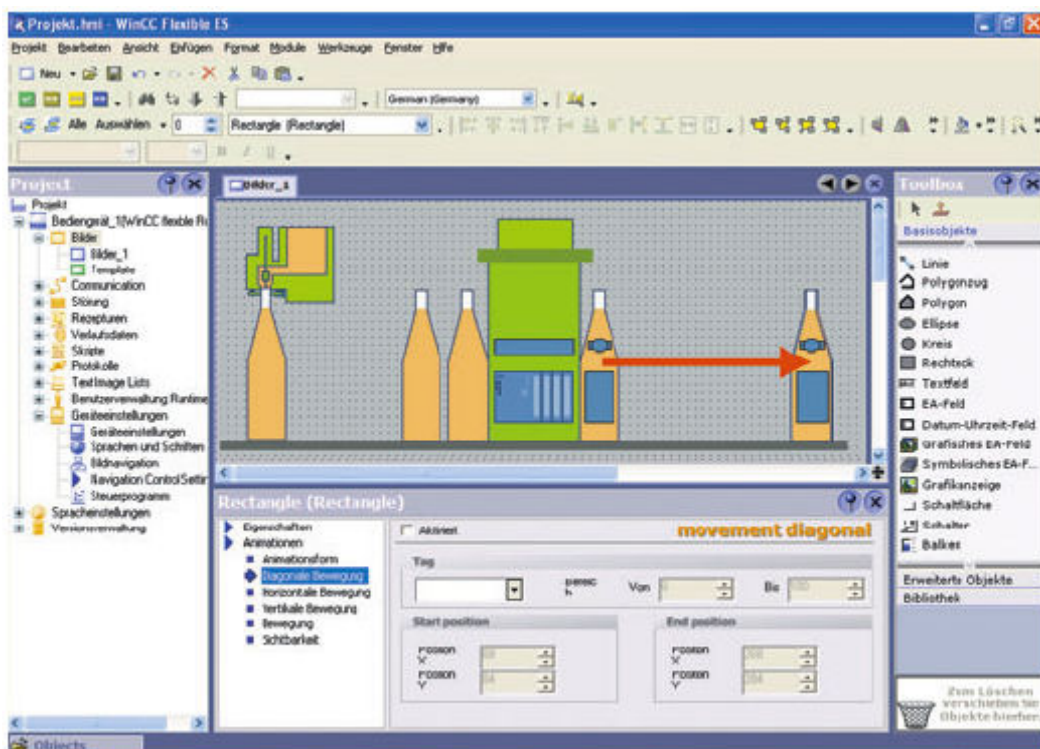
WinCC (obr. 29) je založen na 32-bitovém standardním operačním systému Windows 95/98, XP, atd. Srdcem SIMATICu WinCC je na průmyslu a technologii nezávislý základní systém se všemi funkcemi pro řízení a monitorování obsluhy, jakými jsou např:

- Pixelový grafický display
- Získávání naměřených hodnot
- Zobrazení hlášení, archivace a výkazy
- Výrobní komunikace na jiné PA

SIMATIC WinCC umožňuje konfigurační rozhraní založené na nejnovějších softwarových technologiích, inteligentní grafické nástroje pro vytvoření navigace mezi obrazovkami,

realizaci animace objektů a knihovny strukturovaných objektů (strukturované objekty jsou volně definovatelné, znovu použitelné a centrálně modifikovatelné).

SIMATIC WinCC je moderní software HMI, umožňující vytvářet aplikace pro ovládání strojů, technologických linek apod. Je navržen pro všechny oblasti, kde je třeba řešit operátorské řízení a monitorování technologie, ať už se jedná o výrobu nebo procesní automatizaci. Software tedy není určen jen pro určité průmyslové odvětví, ale je to univerzální otevřený inženýrský software určený pro ovládací panely a PC celého spektra produktů SIMATIC HMI. Je vybaven nástroji pro archivaci požadovaných hodnot do archivačních souborů, dají se sledovat jak veškeré projekční změny, tak vytvářet jednotlivé verze projektu s možností návratu k verzím předchozím. [7], [12]



Obr 29. Příklad vizualizace WinCC

5 KONFIGURACE PROCESMODELU A JEDNOTKY S7 – 300

5.1 Sestavení použité jednotky S7 – 300 a procesmodelu

Celá souprava, která byla použita jako ukázka v této práci se skládá z následujících komponent.

Programový ovladač S7 – 300 – v našem případě ho tvoří CPU 315-2DP doplněné o vstupní, výstupní a analogové moduly. Tyto moduly jsou uchyceny na dinlištu a každý modul je označen (obr. 30). V hardwarovém nastavení parametrů je každému modulu přiřazeno číslo sloty (označuje pozici modulu) a adresa I/O (slouží k označení vstupů a výstupů v programu, znázorněno v programové části).

Programový ovladač je nakonfigurován na následující moduly:

Slota 1: Zdroj energie 24V/5A

Slota 2: CPU 314 nebo CPU 315-2 OP

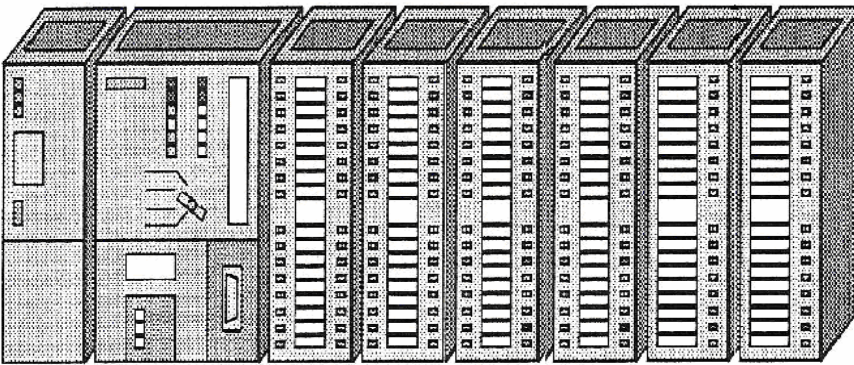
Slota 4: digitální vstup 32x24V, vstupy ze simulátoru a otočný ovladač

Slota 5: digitální výstup 32x24V/0.5A, výstupy ze simulátoru a digitální display

Slota 6: digitální vstup a výstup, model dopravníku modul 8X24V/ 8x24V 0.5A

Slota 7: Analogový vstup 2 AI, analogová sekce ze simulátoru

Slota 8: Analogový výstup 2 AO, analogová sekce ze simulátoru

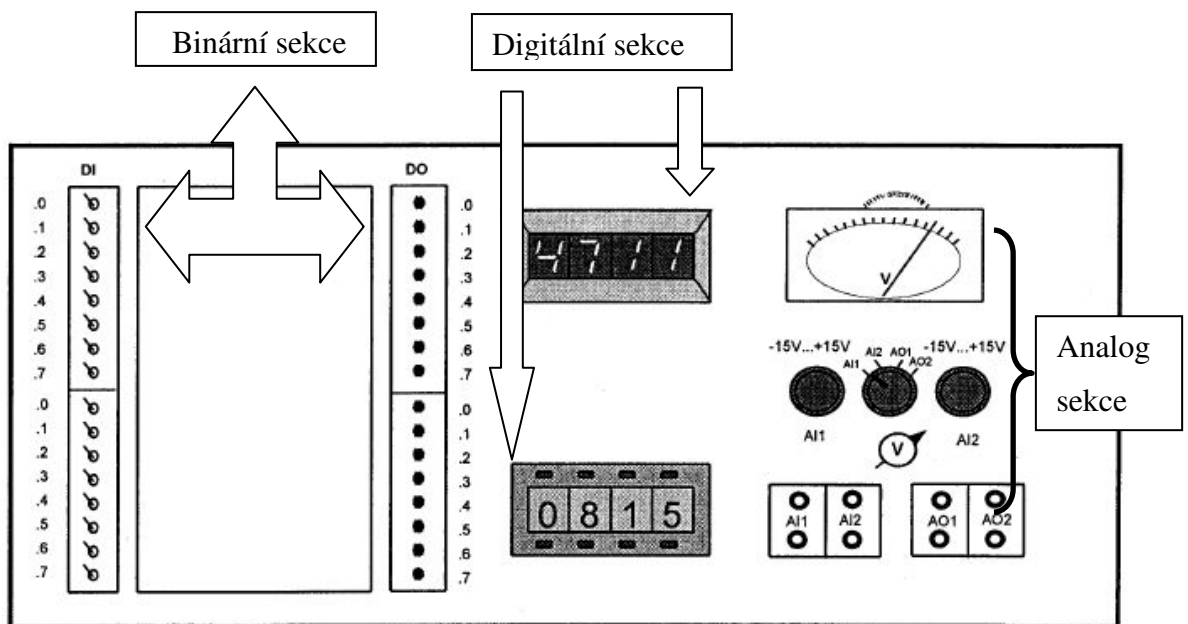


Modul	PS	CPU	DI 32	DO32	DI 8/DO8	DI8/DO8	AI 2	AO 2
Číslo sloty	1	2	4	5	6	7	8	9
Adresa I/O			0	4	8	12	320	336

Obr 30. Popis použité jednotky S7 – 300

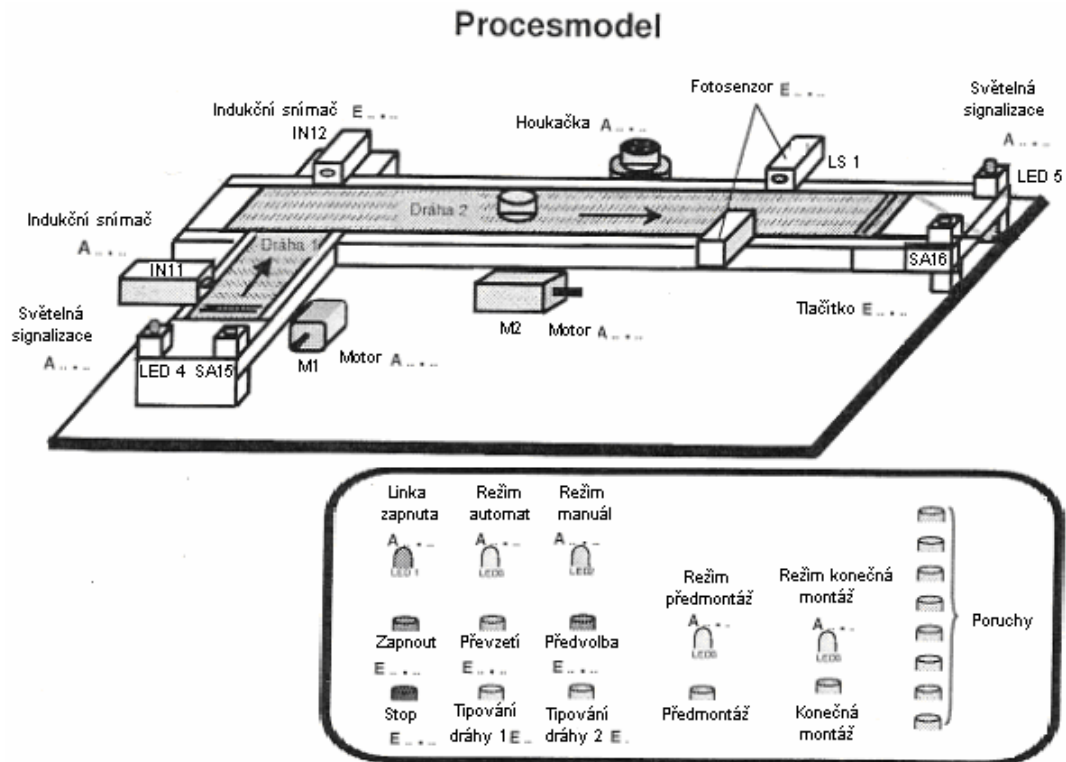
Simulátor s digitální a analogovou sekci – je připojen na jednotku S7 – 300 dvěma kabely a má tři sekce (obr. 31).

- Binární sekce – 16 spínačů a 16 kontrolkek
- Digitální sekce – 4 otočné ovladače s digitálním displayem, kterými se nastavují hodnoty BCD
- Analogová sekce – s voltmetrem pro zobrazení hodnot v analogových kanálech 0 a 1 nebo analogových výstupů 0 a 1. Přepínač se používá k nastavení požadované hodnoty napětí monitoru. Pro nastavení hodnot analogového vstupu slouží dva potenciometry.



Obr 31. Simulátor procesmodelu

Model dopravníků – je tvořen dvojicí dopravníkových modelů sestavených ze stavebnice LEGO se třemi senzory, ovládací skříňkou s ovládacími tlačítky a signálními kontrolkami (obr. 32). Kompletní použitá stanice je na (obr. 33). [1], [12]



Obr 32. Model dopravníků



Obr 33. Celkový pohled na použitou stanici

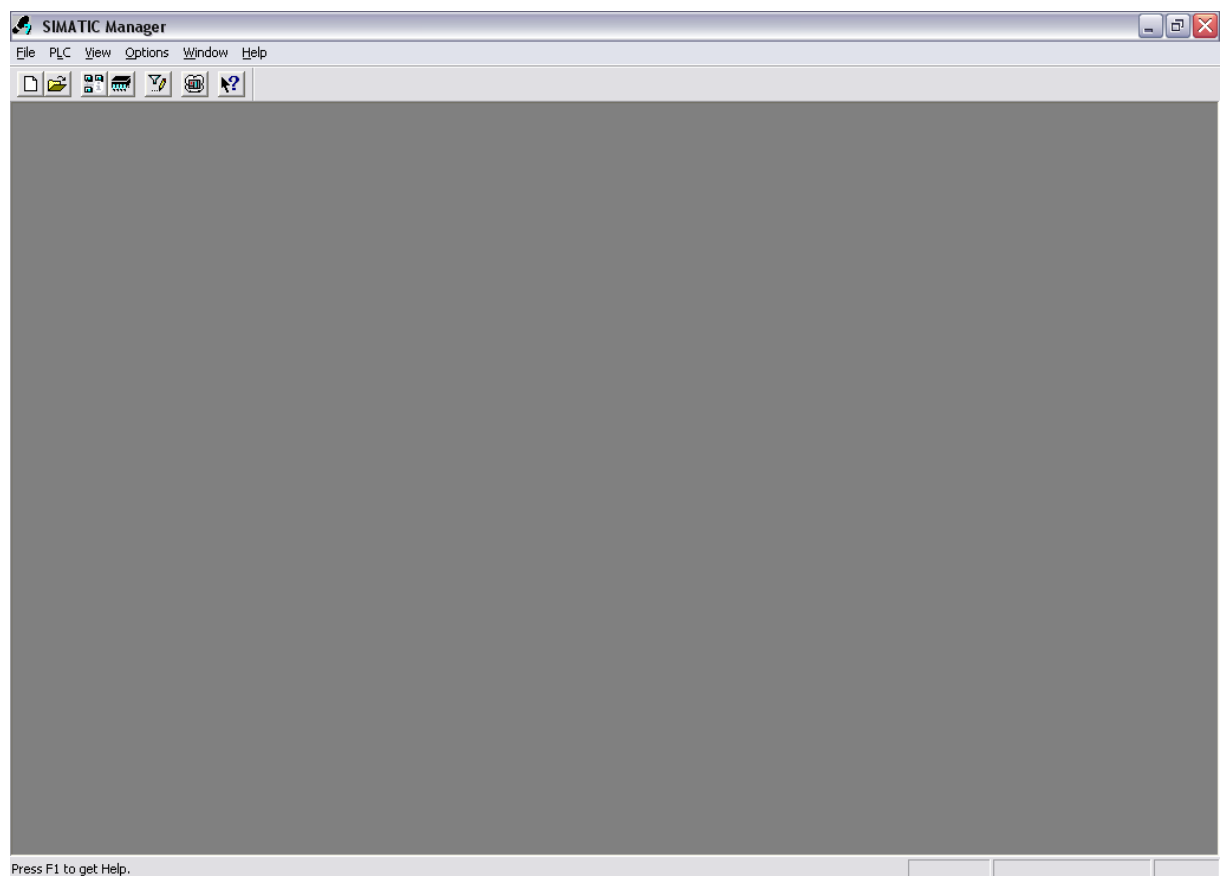
5.2 Spuštění SIMATIC Manageru a nastavení hardwaru

SIMATIC Manager je grafické rozhraní pro online/offline editaci objektů S7 (projekty, soubory, bloky, hardwarové stanice atd.). Můžeme jím řídit projekty, aktivovat nástroje S7, získat online přístup k PA, editovat paměťové karty. SIMATIC Manager je spustitelný v operačním systému Windows 95, 98, 2000, XP a po instalaci se na ploše objeví ikona (obr. 34). Po kliknutí na tuto ikonu spustíme okno programu SIMATIC Manager (obr. 35).



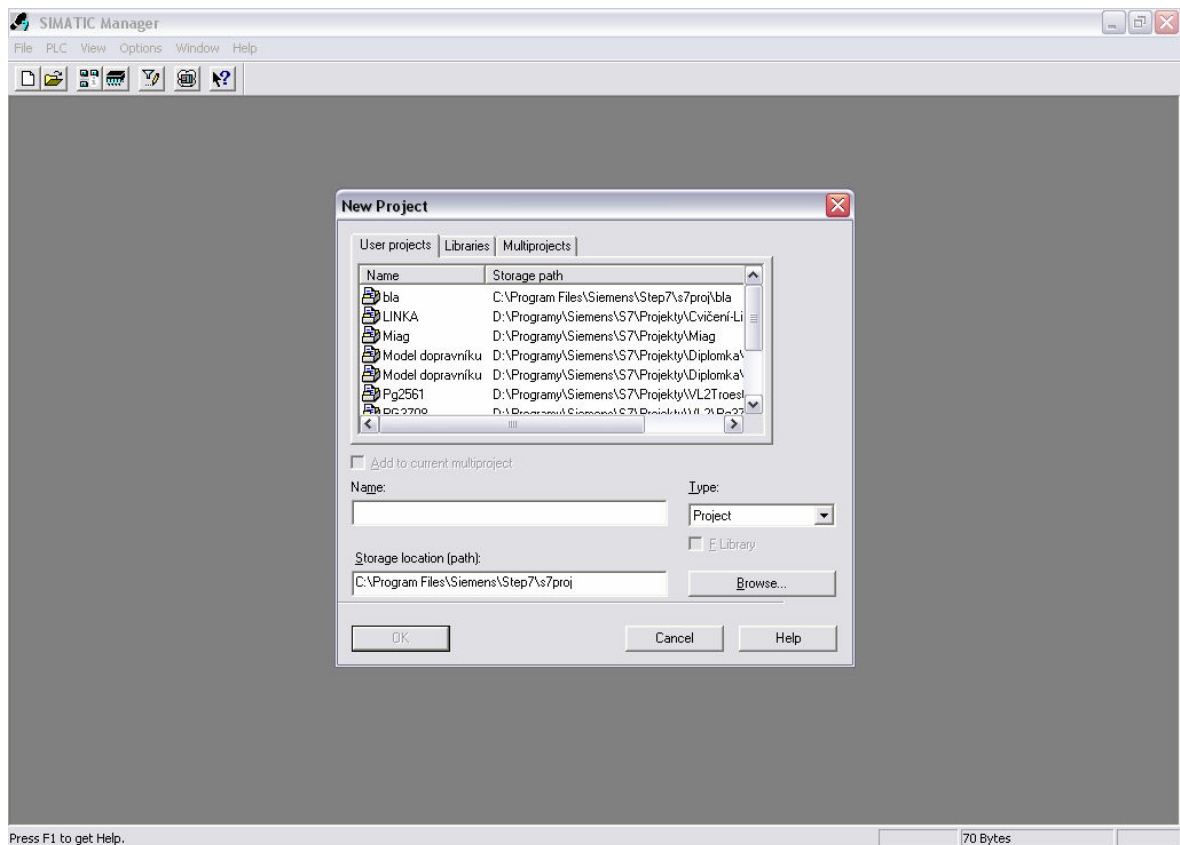
SIMATIC Manager.lnk

Obr 34. Spouštěcí ikona SIMATIC Manageru



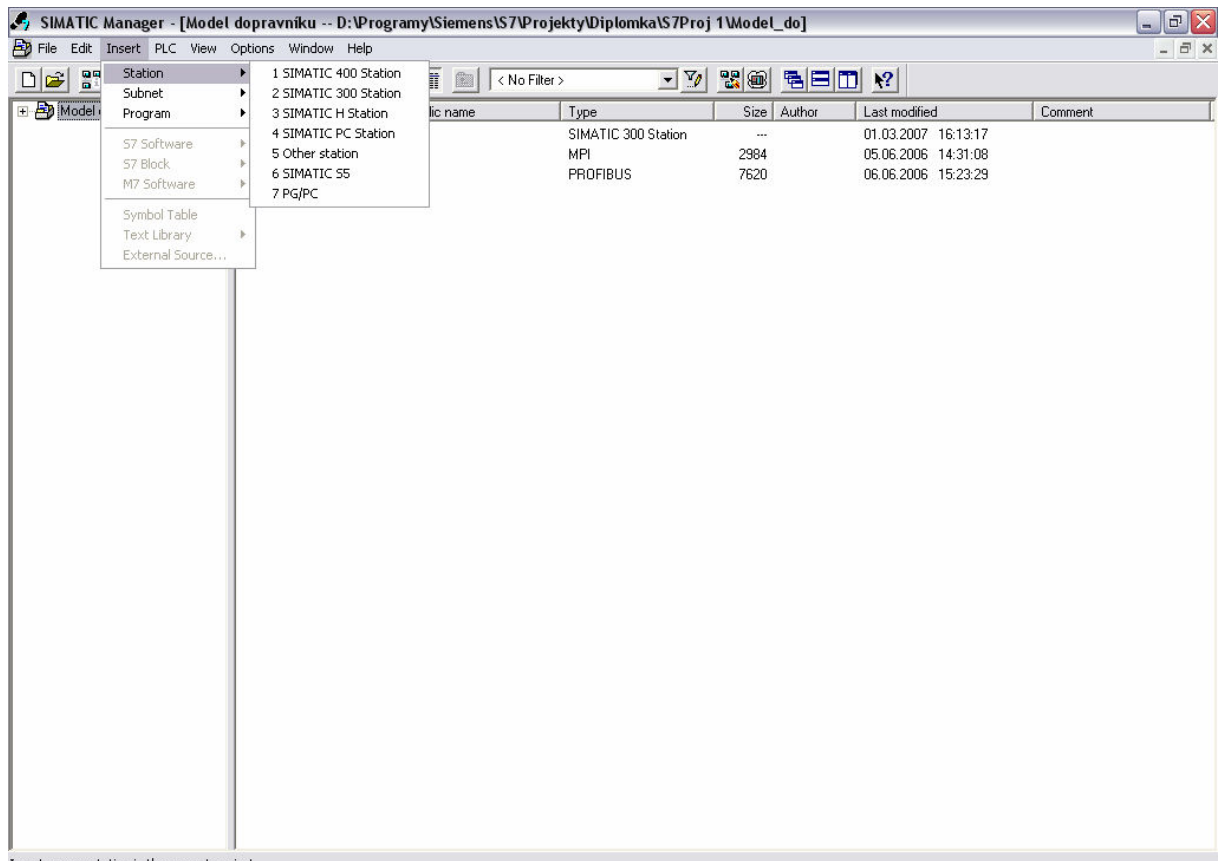
Obr 35. Okno SIMATIC Manageru

Pro vytvoření nového projektu pak v nabídkové liště klikneme na ikonu FILE a z nabídky vybereme položku NEW nebo klikneme přímo na ikonu NEW v panelu nástrojů a otevře se nové dialogové okno pro vytvoření nového projektu, do kolonky NAME pak zadáme název projektu (obr. 36) a vybereme místo, kde bude projekt uložen.



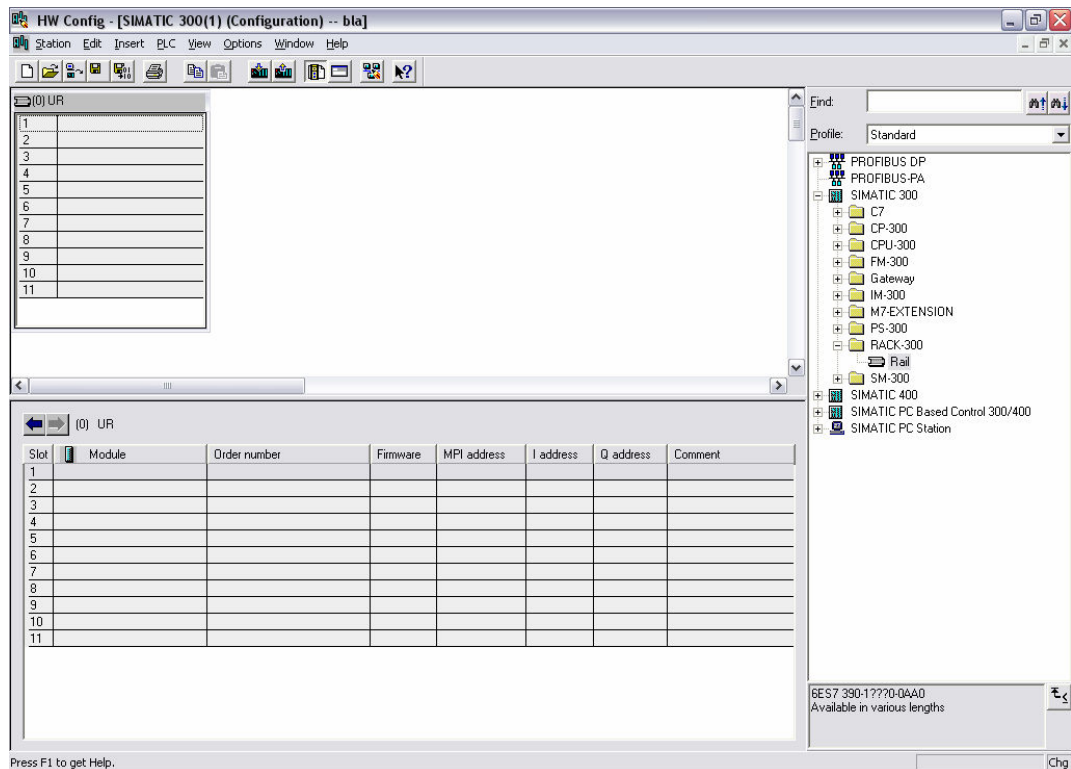
Obr 36. Založení nového projektu

Po založení projektu se nám otevře již samotný editor struktury programu a do založeného projektu vybereme stanici (obr. 37), v našem případě to je SIMATIC 300 Station.



Obr 37. Založení stanice

Vložením stanice se objeví ikona této stanice v projektu a po dvojkliku na ni se nám zobrazí ikona HARDWARE, po dalším dvojkliku na tuto ikonu se dostaneme do editoru hardwarového nastavení celé naší jednotky. V tomto editoru se nastavují veškeré moduly, které jsou použité v jednotce a je nutné si nastavit tabulku do které se zapisují použité moduly. Přes ikonu CATALOG v panelu nástrojů otevřeme nabídkové okno a v ikoně SIMATIC 300 si v adresáři RACK-300 otevřeme dvojklikem inicializační tabulku RAIL (obr. 38).



Obr 38. Otevření inicializační tabulky

Poté již vybíráme jednotlivé moduly a zapisujeme je do tabulky v pořadí jak mají být uspořádány v rámech (obr. 39), tzn. slot 1. PS, slot 2. CPU, slot 3. je rezervována jako logická adresa pro modul interfacu. Od sloty 4. dále můžeme vložit až 8 SM modulů, FM modulů nebo CP komunikačních procesorů (moduly vybíráme ze seznamu dle potřeby). Důležité je dodržet osazení zdroje a procesoru, slot 1. PS a slot 2. CPU, jinak nás program upozorní na špatný zápis. Po vybrání CPU se zobrazí tabulka ve které můžeme vybrat komunikaci PROFIBUS (není nutné, doplnit je možné kdykoliv). Standardní komunikační nastavení je MPI = 2.

HW Config - [SIMATIC 300(1) (Configuration) -- Model dopravníku]

Station Edit Insert PLC View Options Window Help

Find: Profile: Standard

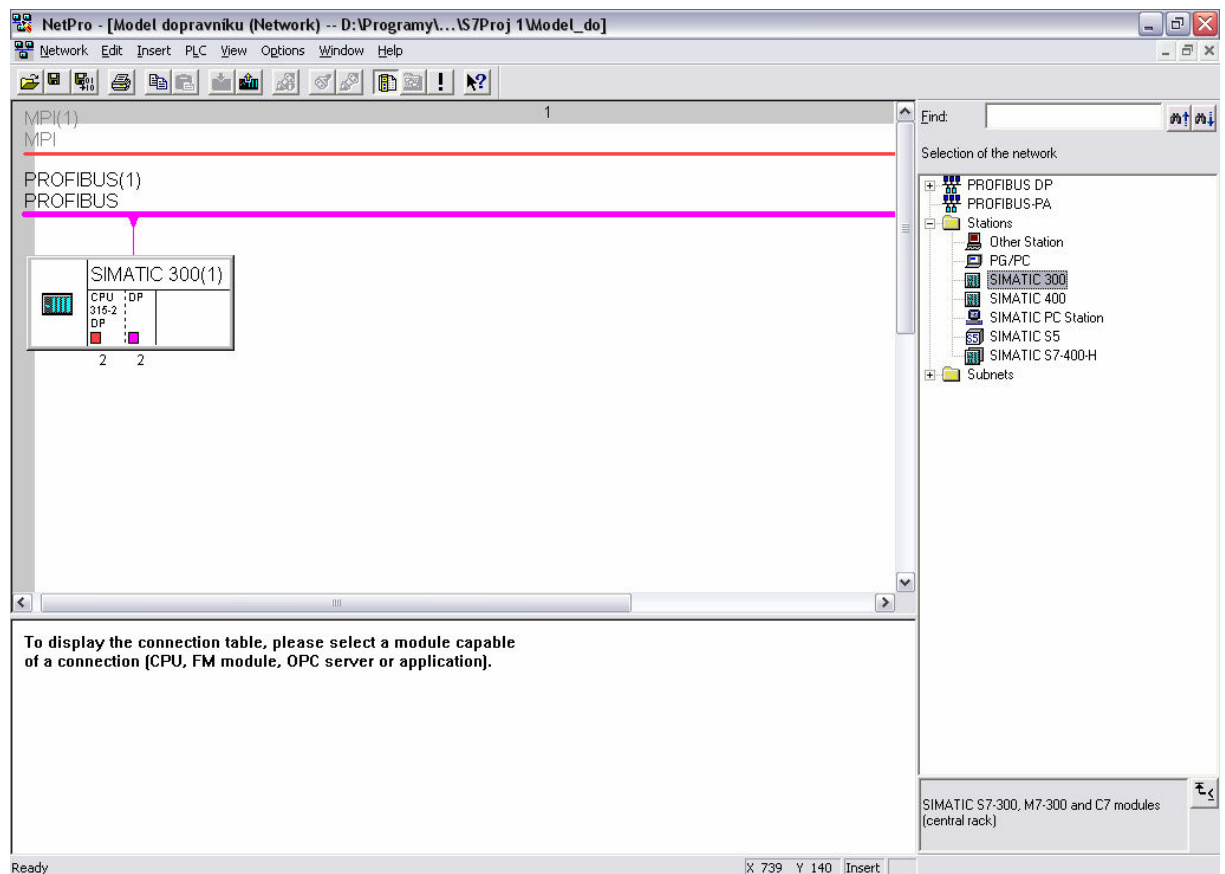
PROFIBUS(1): DP master system (1)

Slot	Module	Order number	Firmware	MPI address	I address	Q address	Comment
1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA00-0AA0					
2	CPU 315-2 DP	6ES7 315-2AF03-0AB0	V1.2	2			
3	DP				1023*		
4	DI32xDC24V	6ES7 321-1BL00-0AA0			0...3		
5	DO32xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BL00-0AA0				4...7	
6	DI8/DO8x24V/0.5A	6ES7 323-1BH00-0AA0			8	8	
7	DI8/DO8x24V/0.5A	6ES7 323-1BH00-0AA0			12	12	
8	AI2x12Bit	6ES7 331-7KB01-0AB0			320...323		
9	AO2x12Bit	6ES7 332-5HB01-0AB0				336...339	
10							
11							

Press F1 to get Help.

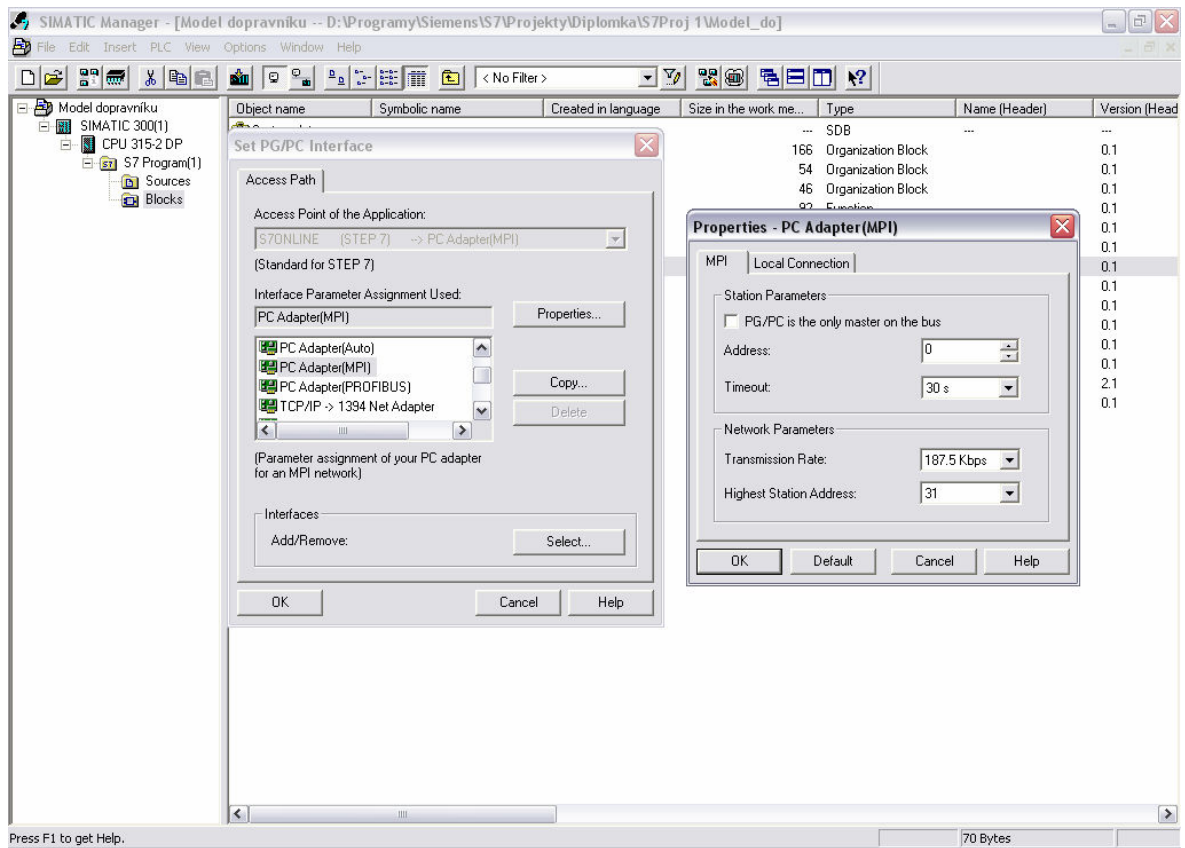
Obr 39. Osazení modulů v tabulce

Pokud máme v tabulce moduly zapsány klikneme na ikonu SAVE a vše se uloží. Poté se vrátíme do editoru struktury programu (obr. 37) a v projektu klikneme na ikonu MPI a otevře se nám editor s komunikačním nastavením (obr. 40). Zde již máme zobrazenou stanici, kterou jsme vybrali a standardní komunikační nastavení MPI. Z panelu nastavení můžeme ještě vybrat PROFIBUS a ETHERNET. Tahem myši pak stanici připojíme k síti a opět uložíme.



Obr 40. Komunikační rozhraní

V editoru struktury programu (obr. 37) pak v nabídce **OPTIONS – SET PG/PC INTERFACE** vybereme komunikační rozhraní, přes tlačítko **PROPERTIES** zkontrolujeme připojení a navážeme spojení s CPU (obr. 41). Pokud se spojení podaří navázat můžeme přes ikonu **DOWNLOAD** nahrát stanici do CPU.



Obr 41. Navázání komunikace s CPU

5.3 Vytvoření programu v prostředí S7

Jestliže již máme takto připravenou stanicí můžeme začít zapisovat jednotlivé bloky programu. Celý program, který vytvoříme je prováděn cyklicky. Cyklická operace na CPU se skládá ze tří hlavních sekcí (obr. 42).

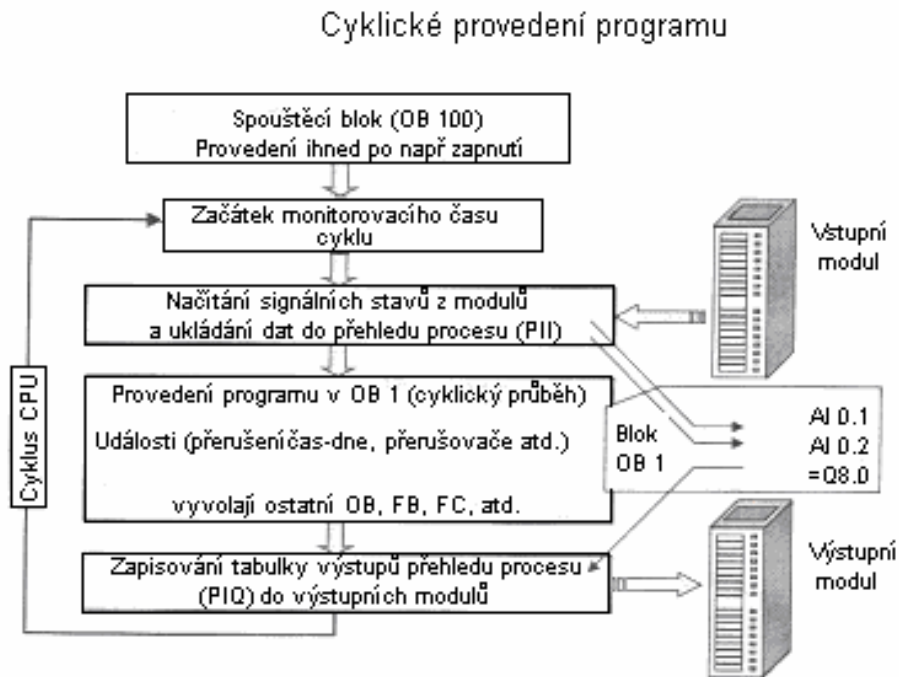
1. CPU kontroluje stav vstupních signálů a aktualizuje tabulku vstupů.
2. Spustí uživatelský program s patřičnými instrukcemi.
3. Zapiše hodnoty z tabulky výstupů v přehledu procesu do výstupních modulů.

Při zapnutí nebo při přepnutí STOP → RUN provede CPU úplný restart (OB 100) a během tohoto restartu operační systém vymaže nezálohované bitové paměti, časovače, počítadla, přerušovače hardwaru a diagnostiky atd. a spustí monitorovací čas cyklu snímání.

CPU kontroluje stav vstupů a výstupů každého cyklu a binární data modulu jsou uložena ve zvláštních paměťových oblastech PII a PIQ.

PII – tabulka vstupů, v procesu se nachází v paměťové oblasti CPU a je zde uložen signální stav všech vstupů.

PIQ – tabulka výstupů, v procesu obsahuje hodnoty výstupů z průběhu programu a jsou poslány vlastním výstupům na konci cyklu.



Obr 42. Cyklické provedení programu

Když v založeném projektu klikneme myší na položku BLOCKS, objeví se nový editor pro zápis bloků, které je potřeba vytvořit pro funkčnost programu. Tento editor standardně obsahuje pouze blok OB 1. Aby byly nově vytvořené bloky (FB, FC, SFB, SFC) zařazeny do cyklického zpracování programu na CPU musí být vyvolány v OB 1. Typy programových bloků jsou na (obr. 43).

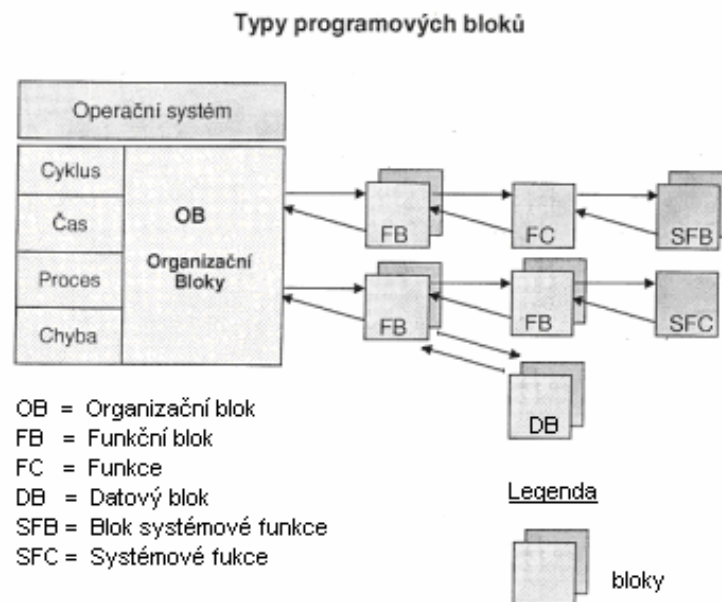
OB – organizační bloky, jsou vyvolávány operačním systémem a formují rozhraní mezi operačním systémem a uživatelským programem např. OB1 provede cyklus programu, OB 100 úplný restart, atd.

DB – datové bloky, které slouží k uchování dat (např. číselná data). Data se nepřepíše ani, když je blok zavřen.

FB – funkční bloky, obsahují aktuální uživatelský program a rozdělují program do malých a snadno dostupných jednotek a lze uchovat lokální proměnné.

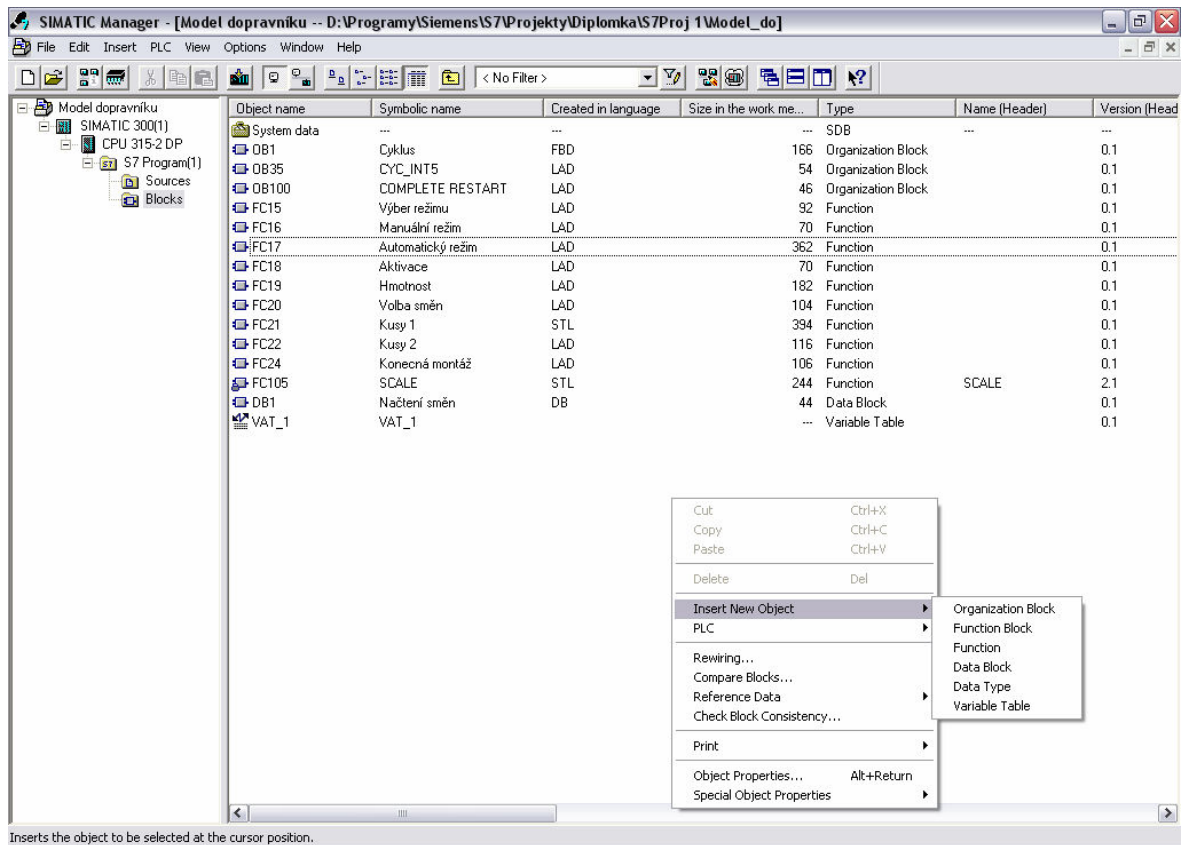
FC – funkce, stejně jako viz. FB ovšem bez možnosti uchovat lokální proměnné.

SFB, SFC – systémové funkční bloky jsou předdefinovatelné a jsou integrovány v CPU. Jsou volány z uživatelského programu, jejich pomocí lze uživatelský program přenášet mezi různými CPU.



Obr 43. Typy programových bloků

Pro vložení bloků pak můžeme použít dvojí způsob, buď přes nabídkovou lištu INSERT – S7 BLOCK nebo kliknutím pravým tlačítkem myši na plochu výběrem položky INSERT NEW OBJECT a vložíme potřebný blok, který ještě můžeme pojmenovat nebo číselně označit (obr. 44).



Obr 44. Přehled použitých bloků

Kliknutím na ikonu bloku se nám otevře nové okno editoru pro již samotný zápis programu (obr. 46) a platí, co zapíšeme do bloku pak uložíme a nahrajeme do CPU stejným způsobem jak už bylo zmíněno, tedy přes ikonu SAVE – DOWNLOAD. Každý blok se skládá z NETWORKŮ, které jsou číselně označeny, lze je popsat pro lepší přehled a do nich se zapisují jednotlivé instrukce programu. Pro zápis můžeme použít grafická rozhraní LAD/STL/FBD (obr. 45 a, b, c), přepínat lze v položce VIEW:

LAD – liniové schéma



Obr. 45a.

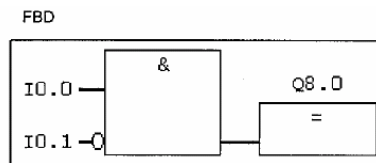
STL – seznam výrazů

STL

A	I	0.0
AN	I	0.1
=	Q	8.0

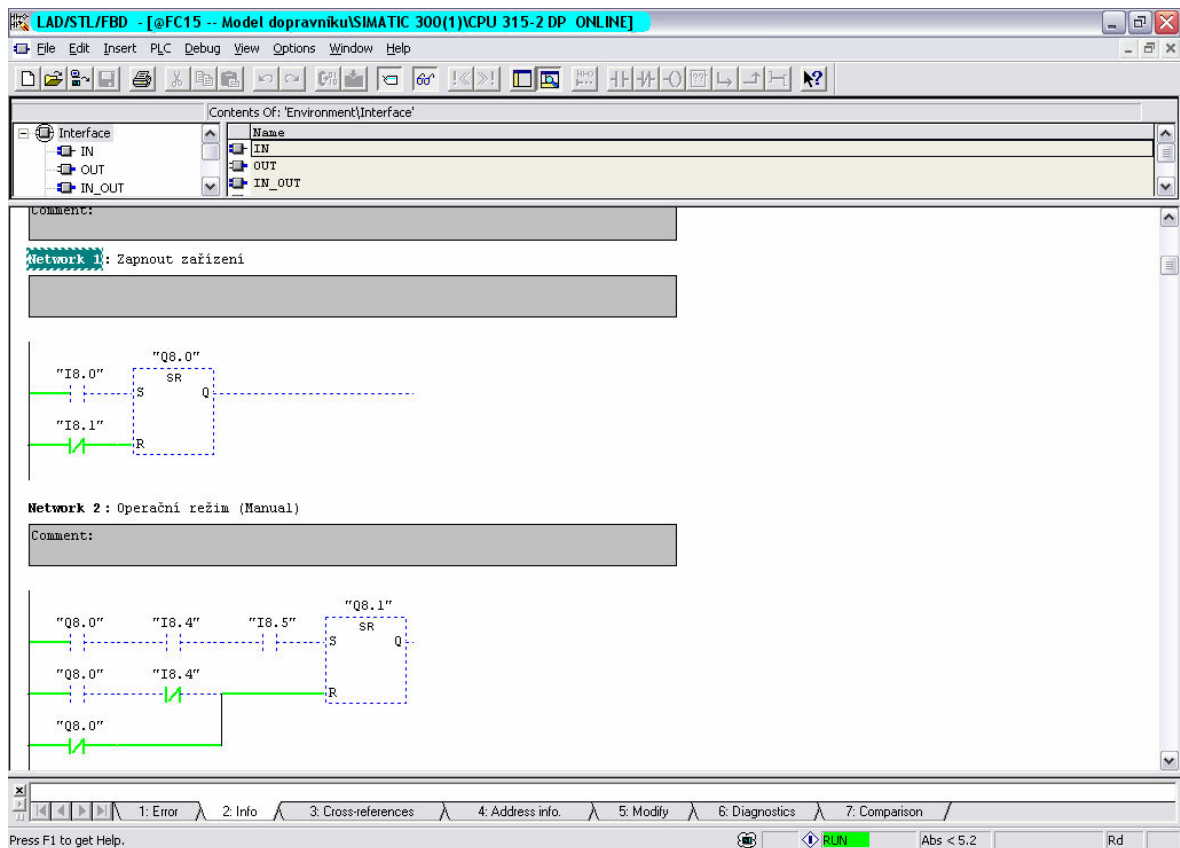
Obr. 45b.

FBD – diagram funkčních bloků



Obr. 45c.

Obr 45. Grafická rozhraní a) LAD, b) STL, c) FBD



Obr 46. Editor pro zápis v LAD/STL/FBD jazyku při monitorování

Každé vložení vstupu, výstupu, kontaktu, časovače, čítače, set, reset atd. by měl být takto vložený symbol označen. Toto označení se používá pro pozdější snadné vyhledávání, různých úpravách, poruchách atd. Označené symboly jsou uloženy v tzv. SYMBOL TABLE (Tabulky symbolů, obr. 47), kterou otevřeme přes nabídku OPTIONS – SYMBOL TABLE. Každý symbol zabírá jeden řádek a v tabulce se může vyskytnout jen jednou. V otevřené tabulce pak můžeme adresovat proměnné a to dvojnásobem:

Absolutní adresování – je adresa (např. I 8.0) určena přímo, tabulka symbolů není potřeba, ale program se pak hůře čte.

Symbolické adresování – místo adres se používají symboly (např. MOTOR_ON).

Status	Symbol	Address	Data type	Comment
X				
	Aktivace	FC 18	FC 18	
	Automatický režim	FC 17	FC 17	
	C1	C 1	COUNTER	Čítac kusů
	COMPLETE RESTART	OB 100	OB 100	Complete Restart
	CYC_INT5	OB 35	OB 35	Cyclic Interrupt 5
	Cyklus	OB 1	OB 1	
	Hmotnost	FC 19	FC 19	
	I1.0	I 1.0	BOOL	Přepínač hmotnost/kusy
	I12.0	I 12.0	BOOL	Snímač 1 pás. dopravníku
	I12.1	I 12.1	BOOL	Snímač 2 pás. dopravníku
	I12.2	I 12.2	BOOL	Světelná závora
	I8.0	I 8.0	BOOL	Zapnout zařízení
	I8.1	I 8.1	BOOL	Vypnout zařízení
	I8.2	I 8.2	BOOL	Tlačítko tipování 1
	I8.3	I 8.3	BOOL	Tlačítko tipování 2
	I8.4	I 8.4	BOOL	Předvolba
	I8.5	I 8.5	BOOL	Převzetí
	I8.6	I 8.6	BOOL	Tlačítko předmontáž
	I8.7	I 8.7	BOOL	Tlačítko konečné montáže
	IB2	IB 2	BYTE	Volba směny
	Konečná montáž	FC 24	FC 24	
	Kusy 1	FC 21	FC 21	
	Kusy 2	FC 22	FC 22	
	M0.3	M 0.3	BOOL	Blikání
	M10.0	M 10.0	BOOL	Pom.marker-Dopr.1 vpřed man.
	M10.1	M 10.1	BOOL	Pom.marker-Dopr.2 vpřed man.
	M10.2	M 10.2	BOOL	Pom.marker-Dopr.1 vzad man.
	M10.3	M 10.3	BOOL	Pom.marker-Dopr.2vzad man.
	M2.0	M 2.0	BOOL	Rídící impuls marker 1.cyklu
	M2.1	M 2.1	BOOL	Pomocný marker řídicího impulsu
	M2.2	M 2.2	BOOL	Vytvoření log.0
	M2.3	M 2.3	BOOL	Vytvoření log.1
	M20.0	M 20.0	BOOL	Pom.marker-Dopr.1 vpřed automat.
	M20.1	M 20.1	BOOL	Pom.marker-Dopr.2 vpřed automat
	M20.2	M 20.2	BOOL	Pom.marker-Dopr.1 vzad automat
	M20.3	M 20.3	BOOL	Pom.marker-Dopr.2 vzad automat
	M20.4	M 20.4	BOOL	Předmontáž
	M20.5	M 20.5	BOOL	Konečná montáž

Obr 47. Tabulka symbolů

V programovém editoru pro zápis bloků (obr. 44) můžeme ještě vložit tzv. VAT tabulky (Variable table, obr. 48), které slouží k monitorování adres proměnných (např. I 8.0, Q 12.1). Každá adresa, která má být monitorována zabírá jeden řádek VAT tabulky. Pro vložení VAT tabulky v editoru slouží stejný postup jako u BLOCKŮ.

Jednotlivé sloupce tabulky mají následující význam:

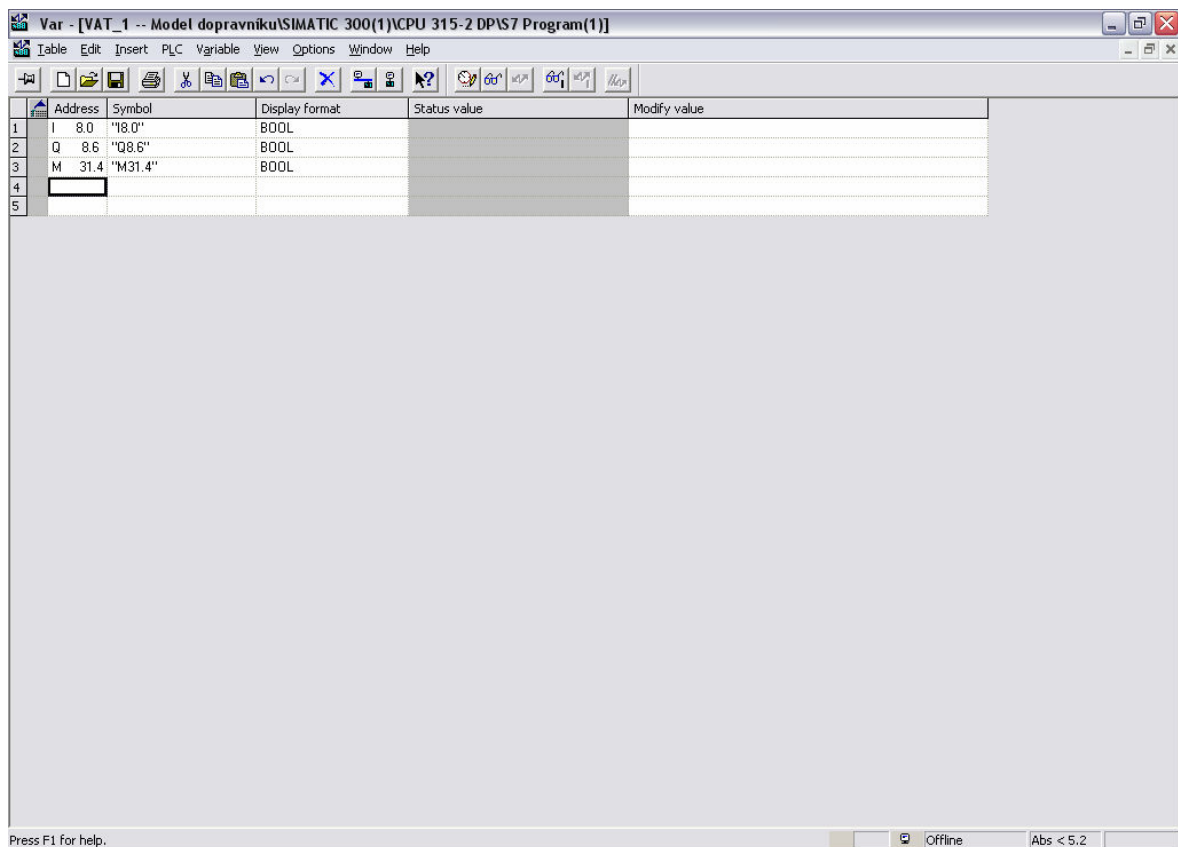
Address – absolutní adresa proměnné

Symbol – symbolický název proměnné

Display format – zobrazí nastavení hodnoty např. HEX, DEC, BIN

Status value – obsah proměnné při poslední aktualizaci

Modify value – zde se zadá nová hodnota proměnné



	Address	Symbol	Display format	Status value	Modify value
1	I 8.0	"I8.0"	BOOL		
2	Q 8.6	"Q8.6"	BOOL		
3	M 31.4	"M31.4"	BOOL		
4					
5					

Obr 48. VAT tabulka

5.4 Charakteristika funkce modelu a použitých bloků

Celý program, který byl vytvořen pro tuto práci je sestaven z jednotlivých bloků ve kterých je tento program zapsán. Každý blok se skládá z NETWORKŮ, které jsou číselně označeny, lze je popsat pro lepší přehled a do nich se zapisují jednotlivé instrukce programu (obr. 46). Než si funkci použitých bloků popíšeme, stručně bych popsal funkci celého chodu programu.

Na obr. 30. je zobrazen model dopravníků včetně ovládacích a signálních komponentů. Pokud máme vše připraveno, tak tlačítkem ZAPNOUT dáme povel k zapnutí modelu linky a rozsvítí se zelená signalizace. Poté si můžeme navolit režim, manuál/automat, k tomu slouží tlačítko PŘEDVOLBA, tlačítkem PŘEVZETÍ vybraný režim potvrdíme a rozsvítí se příslušná žlutá signalizace. Tlačítkem VYPNOUT model vypneme. Pokud jsme zvolili režim automat funkce je následující.

Automatický režim – výrobek doputuje k snímači IN 11, ten zaznamená přítomnost materiálu dá povel zvukové signalizaci na dobu 1s, rozsvítí se zelená signálka PŘEDMONTÁŽ (signalizuje start linky), zapne časovač a po uplynutí 2s se dopravník č.1 rozjede. Poté přípravek přijede k snímači IN 12, který dává povel k vypnutí dopravníku č.1 a současně zapíná dopravník č.2 po uplynutí 1s. Dopravník č.2 posílá výrobek k snímači LS 1. Jakmile dorazí výrobek k snímači LS 1 je spuštěn časovač na dobu 2s a probíhá vážení výrobku. Váha výrobku je zobrazena na digitální display simulátoru a je nastavena na rozmezí hodnot 2000 – 2500 (nastavují se pomocí potenciometru obr. 29). Pokud je výrobek označen za dobrý, spustí se po uplynutí 2s dopravník č.2 vpřed a výrobek je načten dané směně. Zobrazení KUSY/SMĚNY lze přepínat spínačem DI 1.0 v binární sekci simulátoru (obr. 29). Pokud je výrobek označen jako vadný, spustí se časovač na dobu 6s a dopravník dostane povel vzad a odstraní výrobek. Jestliže je výrobek vadný, nepřičítá se směně. Po celou dobu plnění směny bliká žlutá signálka KONEČNÁ MONTÁŽ, do té doby dokud není dosaženo potřebného množství výrobků dané směny. Po dosažení počtu výrobků signálka KONEČNÁ MONTÁŽ přestane blikat a rozsvítí se trvale, tím nám udává, že výroba směny byla dokončena a my můžeme navolit směnu další a potvrdit tlačítkem PŘEDMONTÁŽ. Tím se rozsvítí zelená signálka a ta nám určuje, že je linka opět připravena k provozu.

Jestliže jsme zvolili **Manuální režim** a potvrdily tlačítkem **PŘEVZETÍ**, funkce zůstávají zachovány s tím rozdílem, že dopravníky jsou ovládány ručně, tzn. tlačítka **TIPOVÁNÍ DRÁHY 1, 2**, pokud je navolen správný počet kusů, jinak jsou tlačítka blokována, Chod linky nám ještě signalizuje zelená kontrolka a pokud je špatná váha výrobku dává nám znamení houkačka.

Zde jsou popsány již zmíněné bloky a jejich funkce v programu.

OB 1 – cyklus: jak už bylo řečeno v tomto bloku se provádí celý cyklus programu a jsou zde definovány použité bloky, v našem případě bloky FC.

OB 35 – **CYC_INT5**: z tohoto bloku je volána analogová funkce hmotnosti.

OB 100 – complete restart: provádí kompletní restart (viz. Kapitola 5.3).

FC 15 – výběr režimu: v tomto bloku je nastavení zapnutí/vypnutí linky a nastavení režimu automat/manuál.

FC 16 – manuální režim: zde se ovládají dopravníky pouze pomocí tlačítek jako funkce dopravník vpřed/vzad.

FC 17 – automatický režim: blok kde je použito nejvíce funkcí. Z tohoto bloku je celá linka řízena, jak už naznačuje název automaticky pouze na základě povelů vstupů od snímačů dávající povel na výstupy ke spuštění chodu dopravníků 1, 2, povely ze simulátoru kde je nastavena váha produktu, směny a počet vyrobených kusů, dále zvukové signalizaci při spuštění linky a světelné signalizaci pro začátek výrobního procesu (předmontáž) tak signalizaci po skončení výrobního procesu (koneční montáž).

FC 18 – aktivace: v tomto bloku jsou aktivovány výstupy dopravníků (vpřed/vzad) a signalizace předmontáž a konečná montáž.

FC 19 – hmotnost: zde se načítá analogová hodnota váhy produktu, porovnává se v rozmezí hodnot 2000 – 2500 a je zobrazená na digitálním display simulátoru.

FC 20 – volba směn: blok slouží k načtení směn (3 směny), které se volí pomocí otočných ovladačů v digitální části simulátoru a vyhodnocení chybné volby směny.

FC 21 – kusy 1: zobrazuje počet celkem vyrobených kusů pro každou směnu a udává že počet výrobků byl dosažen.

FC 22 – kusy 2: zde se počítají kusy pro každou směnu.

FC 24 – konečná montáž: definuje kolik kusů je nutno vyrobit v každé směně (jsou navoleny 2, ale samozřejmě se to dá změnit).

FC 105 – scale: slouží pro převod jednotek analogových hodnot. Je uložena v bloku FC 19 a volána z bloku OB 35.

DB 1 – načtení směn: zde jsou definovány použité směny pro volání v blocích FC.

Celý program je na přiloženém CD, tudíž kdo se bude chtít s tímto programem seznámit blíže je nutné, aby si nainstaloval program STEP 7. V příloze je pak vloženo schéma zapojení včetně označení vstupů a výstupů tlačítek, snímačů atd.

ZÁVĚR

Společností zabývajících se výrobou a prodejem programovatelných automatů je celá řada (Festo, Moeler, Tecomat atd.). Tato práce je zaměřena asi na nejznámějšího výrobce v oblasti automatizační techniky nejenom v Evropě, ale i ve světě, na firmu Siemens a snaží se přiblížit funkci jejich nejznámějších řídicích systémů řady SIMATIC a možnosti, které současná automatizace nabízí.

Nové produkty Siemens SIMATIC sjednocují všechna zařízení a systémy (tj. hardware, software) do jednotné a velmi výkonné systémové platformy. V této platformě jsou překonány dosud existující hranice, tedy hranice mezi počítačovým světem, světem PA a řízením výroby, mezi řízením obsluhy a monitorováním obsluhou, mezi centrální a rozdělenou automatizací. Na výrobní proces se už nenahlíží jako na jednotlivé částečné úkony, ale spíše jako na neodlučitelné součásti celkového výrobního procesu. Celý proces už není strukturován centrálně jako hierarchický, ale je strukturován do jednotlivých elementů jako autonomní. Tato úplně integrovaná automatizace nabízí hardwarovou platformu s velkým rozsahem, existující systém může být snadno rozšířen, výkonný software zvyšuje produktivitu při provádění projektu a tím snižuje náklady na životnost, spouštění, údržbu, servis.

Když se podíváme na proces, který byl v této práci automatizován, zjistíme, že je tvořen počtem menších úseků (bloků) a všechny jsou navzájem propojeny v cyklu a závislé jeden na druhém. Samozřejmě, že možností jak naprogramovat tento model by bylo daleko více, záleží na zvoleném projektu, který by byl zpracován. Spíše než vytvářet složitý automatizační proces, byla snaha ukázat způsob realizace řídicích systémů řady SIMATIC a ověřit funkčnost, včetně programu, pomocí softwarového balíku STEP 7 a stručně vysvětlit postup založení projektu. Těch funkcí, které STEP 7, potažmo řídicí systémy řady SIMATIC nabízejí je velké množství a nebylo by možné v rámci rozsahu této práce je všechny zmínit, proto je práce zaměřena spíše na základní informace, aby uživatel získal představu jak takový projekt, respektive sestavení stanice vypadá.

Je zřejmé, že u PA do budoucna poroste nejenom výkon procesorů, ale také komunikační schopnosti a to mnohdy ve větší míře, než to většina řídicích funkcí požaduje. Ovšem podle studie provedené pro výrobce programovatelných automatů, by se měly tyto dodavatelé spíše zaměřit na zvýšení efektivnosti použití PA a pro lepší integraci

automatizačních prostředků do výrobního procesu. Proto již dnes začínají někteří výrobci používat i v oblasti PA architekturu PAC (Programmable Automation Controller), která rozšiřuje funkční schopnosti tradičních programovatelných logických automatů (logika, pohyb, pohon a řízení procesu, atd.).

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

With regard to the fact, that company's conversant production and sale programmable automatics is very much, it was this diploma thesis perhaps specialized on the best producer in the area automation engineering not only in Europe, but in the world, in company Siemens and approach function their the best control systems series SIMATIC and possibilities, which offers automatization now.

The Siemens SIMATIC new productions associate all the establishment and systems (it is hardware, software) to the uniform and high performance system platform. There are outworn given limits in this platform yet, than limits between computer worlds, the world PLC (Programmable logic controller) and control production, between drive service, and monitoring service, between central and divided automatization. In process plan with don't looking like on individual local acts yet, but rather like on inseparable components of the total production process. The all action already isn't structured centrally like hierarchical, but it's structured to single elements like an autonomic. This fully integrated automatization offers hardware platform with big range, given systems can be easily extended, operating software increases productivity at transaction project and lowers spending on lifetime, starting, servicing, serve.

When we have look on action, which it was automated in this graduation, state, that it is formed number less sections (blocks) and they are mutually interconnected all in cycle and dependent on each other. Of course, it was by more, that possibility how pre-set this model, it depends on select project, who would be processed. Rather than create complicated automation action, it was endeavour show way realization control systems series SIMATIC and verify functionally, inclusive programme, by the help of software packet STEP 7 and short explain procedure turn project. Those function, which offers STEP 7, incrustation control systems series SIMATIC is big quantity and it wasn't would possible them all get in terms of range those graduation, therefore the thesis is rather specialized on basic information, to user got idea how such project, or looks frame station.

Is evident, that not only grow exploit processors PLC to the future, but also communications possibility and it often in bigger degree, than it claims most controlling function. Indeed after study effected for producer PLC, would those suppliers have to rather target on increasing effectiveness using PLC and for better integration automation

agents to the production of the process. Therefore begin some makers use in the area PLC architecture PAC (Programmable Automation Controller) today yet, which extends survivability established PLC (logic, motion, drive and process management, etc.).

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Berger, H.: Automatizace se STEPem 7 v AWL (Automatisieren mit STEP 7 in AWL). Publicis MCD Verlag, Erlangen und München, 1998.
- [2] Blažek, J.: Simatic PLC automatizace & drivers. [online]. [cit. 1. února 2007]. Dostupné z WWW: <http://www.volny.cz/blaja/>. (Užitečné rady pro aplikace PLC. Automa, roč. 2005, č. 2, str. 58).
- [3] Kosek, R.: Řídicí systémy firmy Siemens pro moderní automatizaci. Automa, roč. 2005, č. 2, str. 22.
- [4] Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení programovatelnými automaty. Skriptum ČVUT FSI, Praha, 1998. (Praha, 2004 - 2.vydání).
- [5] Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení programovatelnými automaty II. Skriptum ČVUT FSI, Praha, 2000.
- [6] Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení programovatelnými automaty III. Skriptum ČVUT FSI, Praha, 2003.
- [7] Siemens. [online]. [cit.1.února 2007]. Dostupné z WWW: <http://www.siemens.cz>.
- [8] Šmejkal, L., Martinásková, M.: PLC a automatizace 1. BEN - technická literatura, Praha, 1999.
- [9] Švarc, I.: Automatizace Automatické řízení. Akademické nakladatelství CERM, Brno, 2002.
- [10] Švarc, I.: Základy Automatizace. Akademické nakladatelství CERM, Brno, 2002.
- [12] Ulrich, J.: Kurz S7 – SYH. SIEMENS AG, Nurnberg, 2001.
- [13] Zítek, P., Hofreiter, M., Hlava, J.: Automatické řízení. Skriptum ČVUT, Praha, 2000.
- [14] Ulrich, J.: Programovatelný automat S7 – 200 Systémový manuál. SIEMENS AG, Nurnberg, 2004.
- [15] Vacátko, J.: Milníky a trendy automatizace technologických procesů. [online]. [cit. 12. března 2007]. Dostupné z WWW: [http:// www.zat.cz](http://www.zat.cz).

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AC	Alternating current (střídavý proud).
AI	Analog input (analogový vstup).
AO	Analog output (analogový výstup).
A/D	Analogově digitální převodník
CPU	Centrální procesorová jednotka
DB	Datový blok
DC	Direct current (stejnoseměrný proud)
D/A	Digitálně analogový převodník
DI	Digital input (digitální vstup)
DO	Digital output (digitální výstup)
FB	Funkční blok
FC	Funkce
FBD	Diagram funkčních bloků
FPC	Free programmable controller (volně programovatelné automaty)
FM	Funkční moduly
HW	Hardware
IM	Interface moduly (komunikační moduly)
KPA	Kompaktní programovatelný automat
LED	Elektroluminiscenční dioda
LAD	Ladder diagram (liniové schéma)
MPI	Multi port interface (komunikační rozhraní)
OB	Organizační blok
OP	Operační panel
PA	Programovatelný automat

PII	Tabulka vstupů
PIQ	Tabulka výstupů
PC	Programmable controller
PLC	Programmable logic controller
PS	Zdroj
ŘS	Řídicí systém
SFB	Systémový funkční blok
SFC	Systémová funkce
SPS	Speicherprogrammierbare steuerung
STL	Statement list (seznam výrazů)

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr 1. Blokové schéma PA.....	14
Obr 2. Cyklus řešení uživatelského programu v PA.....	16
Obr 3. Schéma zpracování signálu v PA	17
Obr 4. Kompaktní PA a rozšiřující modul.....	18
Obr 5. Modulární PA a zásuvné moduly	20
Obr 6. Mikro PA	20
Obr 7. Dopředné řízení, a) ruční, b) plně automatické, c) automatizované.....	25
Obr 8. Zpětnovazební řízení, a) ruční, b) plně automatické, c) automatizované.....	26
Obr 9. Siemens SIMATIC S7 – 200	28
Obr 10. Popis modulu S7 – 200.....	29
Obr 11. Zobrazení STEP 7 - Micro/WIN.....	31
Obr 12. Vzorový program STEP 7 - Micro/WIN	32
Obr 13. Připojení napájení CPU S7 – 200	33
Obr 14. Příklad komunikačního připojení S7 – 200	33
Obr 15. SIMATIC S7-300	34
Obr 16. Standardní CPU	35
Obr 17. Kompaktní CPU	35
Obr 18. Bezpečnostní CPU	36
Obr 19 Technologické CPU.....	36
Obr 20. Simatic S7 – 400.....	38
Obr 21. Moduly S7 – 400	40
Obr 22. CPU S7 – 400	41
Obr 23. Síťové rozhraní s komunikačním procesorem.....	42
Obr 24. Popis CPU S7 – 300	46
Obr 25. Moduly S7 – 300	47
Obr 26. Paměti v S7 – 300.....	48
Obr 27. Sběrníkový systém komunikace.....	50
Obr 28. SIMATIC Manager se spuštěným S7 – PLCSIM	52
Obr 29. Příklad vizualizace WinCC	53
Obr 30. Popis použité jednotky S7 – 300	54
Obr 31. Simulátor procesmodelu	55

Obr 32. Model dopravníků.....	56
Obr 33. Celkový pohled na použitou stanici.....	56
Obr 34. Spouštěcí ikona SIMATIC Manageru	57
Obr 35. Okno SIMATIC Manageru	57
Obr 36. Založení nového projektu	58
Obr 37. Založení stanice	59
Obr 38. Otevření inicializační tabulky.....	60
Obr 39. Osazení modulů v tabulce.....	61
Obr 40. Komunikační rozhraní	62
Obr 41. Navázání komunikace s CPU	63
Obr 42. Cyklické provedení programu	64
Obr 43. Typy programových bloků.....	65
Obr 44. Přehled použitých bloků	66
Obr 45. Grafická rozhraní a) LAD, b) STL, c) FBD.....	67
Obr 46. Editor pro zápis v LAD/STL/FBD jazyku při monitorování.....	67
Obr 47. Tabulka symbolů	68
Obr 48. VAT tabulka	69

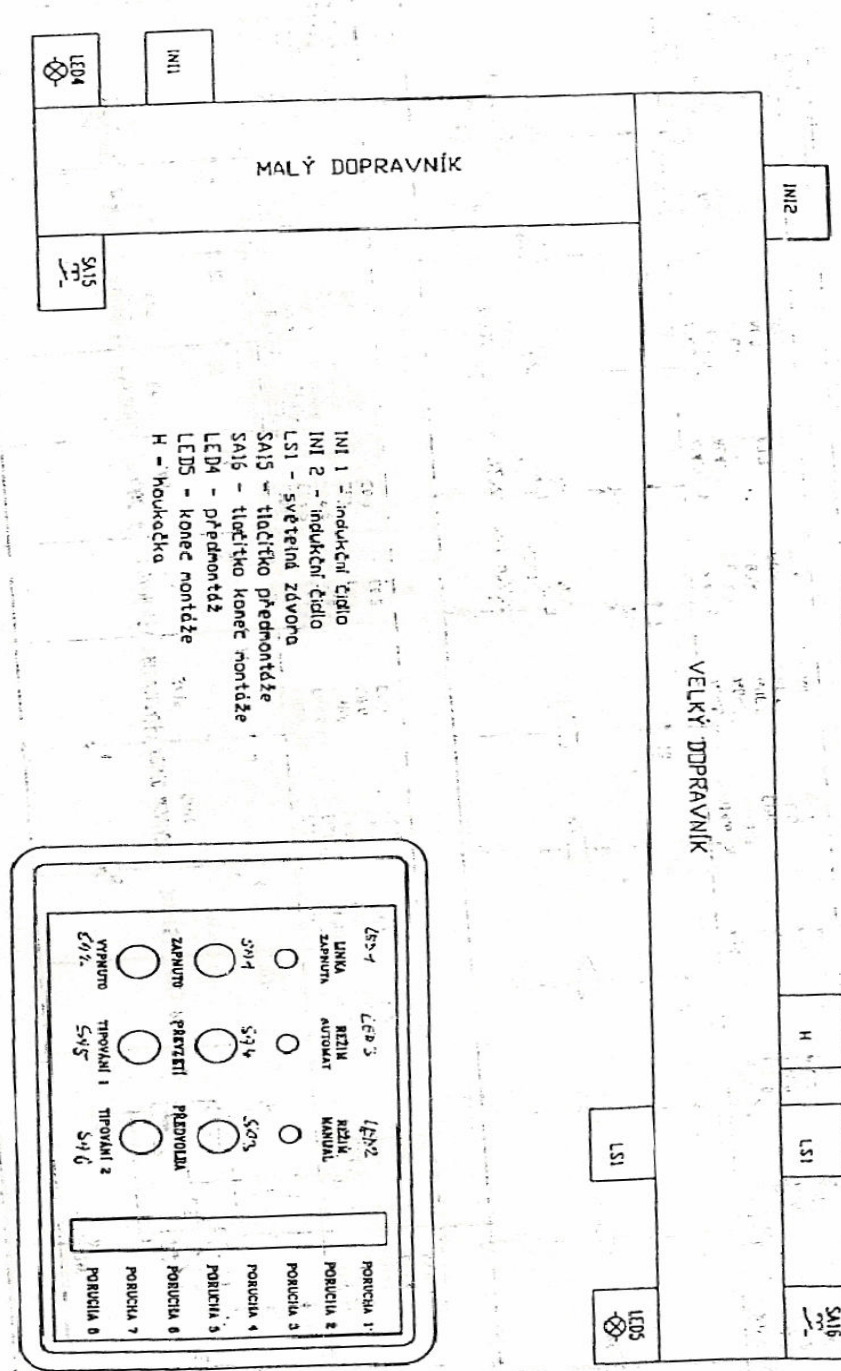
SEZNAM PŘÍLOH

P I Sestava

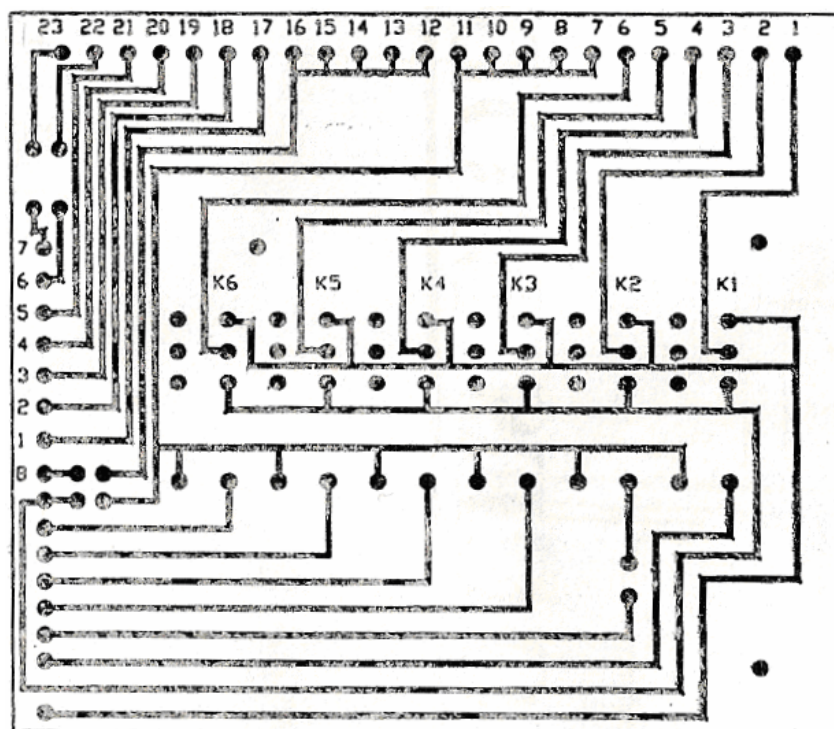
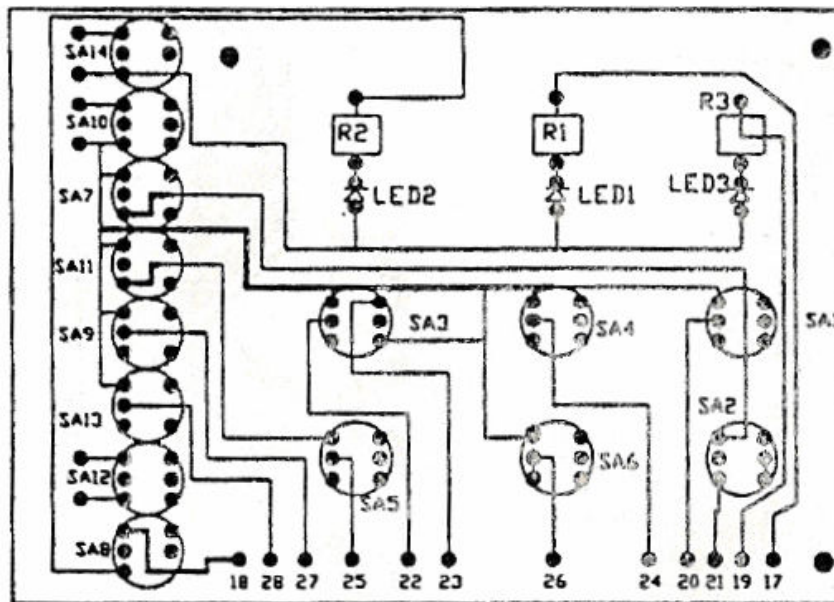
P II Plošné spoje

P III Proces model el. schéma

PŘÍLOHA PI: SESTAVA



PŘÍLOHA P II: PLOŠNÉ SPOJE



PŘÍLOHA P III: PROCES MODEL EL. SCHÉMA

