

# **Příprava laboratoře pro předmět Programovatelné automaty**

Jozef Kršák

---

Bakalářská práce  
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

Ústav automatizace a řídicí techniky

akademický rok: 2005/2006

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jozef KRŠÁK**

Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**

Studijní obor: **Automatické řízení a informatika**

Téma práce: **Příprava laboratoře pro předmět Programovatelné automaty**

Zásady pro vypracování:

1. Uspořádejte všechnu dostupnou literaturu danou vedoucím bakalářské práce ve formátu MS Word.
2. Vytvořte základ učebního textu v oblastech:
  - a. PLC – obecný popis
  - b. Programování PLC Teco
  - c. Další PLC – Saia, Modicon, Omron.
  - d. Vizualizační a monitorovací systémy
3. Navrhněte a realizujte umístění automatu Teco a Saia na desku s DIN lištou.
4. Navrhněte elektronické zapojení popř. převodníkový modul pro připojení modelů EDUMOD k PLC Saia.
5. Připravte vzorové protokoly a programy použitelné pro výuku pro zadané laboratorní úlohy.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení programovatelnými automaty, Vydavatelství ČVUT, Praha, 1998.
2. Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení programovatelnými automaty II, Vydavatelství ČVUT, Praha, 2000.
3. Šmejkal, L., Martinásková, M.: PLC a automatizace, Nakladatelství BEN – technická literatura, Praha, 1999.
4. Firemní literatura k programovatelnému automatu Teco 600.
5. Další literatura dle pokynů vedoucího diplomové práce.

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Tomáš Sysala, Ph.D.**

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

**14. února 2006**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**16. června 2006**

Ve Zlíně dne 14. února 2006



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*pověřený děkan*



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se skládá z několika dílčích úkolů. Prvním z nich je vytvoření učebního materiálu pro předmět Programovatelné automaty (PLC) pokrývajícího oblasti: programovatelné automaty – obecně, PLC - Tecomat, Saia, Modicon, Omron a nakonec vizualizační systémy InTouch, Control Web a WizCon (nyní Axeda Supervizit). Druhá část práce se zabývá zkonstruováním desek s DIN lištou pro PLC Tecomat a Saia, tak aby k PLC bylo možno připojit jakékoliv zařízení, které lze uchytit na DIN lištu. Dále jsou popsány všechny modely systému EDU-mod a jejich připojení k PLC Saia. Poslední část práce se týká přípravy vzorových protokolů a programů pro podporu výuky předmětu Programovatelné automaty.

Klíčová slova: programovatelné automaty, PLC, Tecomat, Saia, systém EDU-mod

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis contains several particular parts. The first one is creation of study materials for subject Programmable Controllers (PLC). It overlays these spheres: programmable controllers generally, PLC - Tecomat, Saia, Modicon, Omron and finally visualisation system - InTouch, Control Web and WizCon (Axeda Supervizit now). The second part of the work deals with construction of boards with DIN rail for PLC Tecomat and Saia, to allow connections of any device, which can be placed on DIN rail. Next part describes all models of EDU-mod systems and their connection to PLC Saia. The last part of this thesis is concerning about making of example protocols and programs to support the education of Programmable controllers.

Keywords: programmable controllers, PLC, Tecomat, Saia, EDU-mod system

Děkuji svému vedoucímu, panu Ing. Tomáši Sysalovi, Ph.D., za vstřícnost a rady při řešení této bakalářské práce. Dále děkuji pánu Petru Dvořákovi za neocenitelnou pomoc při výrobě a úpravě všech mechanických částí a při řešení dílčích technických problémů.

V neposlední řadě děkuji svým rodičům za psychickou podporu.

Ve Zlíně

.....

Podpis diplomanta

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>1 UČEBNÍ TEXTY</b> .....	<b>9</b>
<b>2 PLC</b> .....	<b>10</b>
2.1 PLC OBECNĚ .....	10
2.1.1 Základní charakteristika programovatelných automatů .....	10
2.1.2 Třídění PLC .....	11
2.1.3 Konstrukční a elektrické provedení PLC .....	13
2.2 PLC TECOMAT .....	15
2.2.1 Popis PLC Tecomat.....	15
2.2.2 Charakteristika PLC Tecomat .....	15
2.2.3 Systémové služby .....	16
2.3 PLC SAIA.....	17
2.3.1 Řady PCD1, PCD2, PCD4, PCD6 .....	18
2.3.2 Modely rady PCD2.....	18
2.4 PLC MODICON .....	20
2.4.1 Úvodní přehled.....	20
2.4.2 Diskrétní vstupy a výstupy .....	21
2.4.3 Analogové vstupy a výstupy.....	21
2.4.4 Přenos dat .....	22
2.4.5 Zobrazovací jednotka .....	22
2.5 PLC OMRON .....	23
2.5.1 Procesorová jednotka .....	25
2.5.2 Struktura paměti .....	25
<b>3 VIZUALIZACE</b> .....	<b>26</b>
3.1 VIZUALIZACE OBECNĚ .....	26
3.2 VIZUALIZAČNÍ SYSTÉM WIZCON.....	26
3.2.1 Základní charakteristika .....	26
3.3 VIZUALIZAČNÍ SYSTÉM INTOUCH .....	27
3.3.1 Hlavní vlastnosti.....	28
3.4 VIZUALIZAČNÍ SYSTÉM CONTROLWEB 2000.....	29
<b>4 NÁVRH DESEK PRO PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY</b> .....	<b>31</b>
4.1 OBECNĚ.....	31
4.2 TECHNICKÁ DATA.....	31
4.3 DESKA PRO PLC TECOMAT .....	31
4.4 DESKA PRO PLC SAIA .....	33
<b>5 SYSTÉM EDU-MOD</b> .....	<b>35</b>
5.1 ZÁKLADNÍ INFORMACE.....	35
5.1.1 Převodníky napěťových úrovní .....	35

5.2	MODEL HYDRAULICKÉ POSUVOVÉ JEDNOTKY .....	36
5.2.1	Funkce modelu .....	36
5.2.2	Inicializační stav .....	36
5.2.3	Chybová hlášení .....	36
5.3	MODEL KŘÍŽOVATKY .....	37
5.3.1	Funkce modelu .....	37
5.4	MODEL MÍŠÍCÍ JEDNOTKY .....	38
5.4.1	Funkce modelu .....	38
5.4.2	Inicializační stav .....	39
5.4.3	Chybová hlášení .....	39
5.5	MODEL AUTOMATICKÉ PRAČKY .....	39
5.5.1	Funkce modelu .....	39
5.5.2	Inicializační stav .....	40
5.5.3	Chybová hlášení .....	40
5.6	MODUL SE 4 SPÍNAČI A TLAČÍTKY .....	41
5.7	MODUL SE 4 RELÉ .....	41
5.8	MODUL SE 7-MI SEGMENTOVÝM ZOBRAZOVAČEM .....	42
<b>6</b>	<b>PŘIPOJENÍ PLC SAIA K SYSTÉMU EDU-MOD .....</b>	<b>43</b>
6.1	DVOUHODNOTOVÝ VÝSTUPNÍ MODUL BEZ ODDĚLENÍ PCD2 A400 .....	43
6.1.1	Technické parametry .....	43
6.1.2	Rozdělení do 9-ti pinových konektorů .....	44
6.2	DVOUHODNOTOVÝ VSTUPNÍ MODUL BEZ ODDĚLENÍ PCD2 E110 .....	45
6.2.1	Technické parametry .....	45
6.2.2	Rozdělení do 9-ti pinových konektorů .....	46
6.3	NÁVRH ZAPOJENÍ .....	47
<b>7</b>	<b>VZOROVÉ PROTOKOLY A PROGRAMY .....</b>	<b>49</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>50</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>51</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>52</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>53</b>
	<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>54</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>55</b>

## ÚVOD

Programovatelné automaty jsou páteří průmyslové automatizace již takřka dvě desetiletí. Původně byly určeny k programovému řešení jednoduchých logických obvodů, dnes je jejich použití mnohem širší. Umožňují provádět kromě základních logických funkcí i matematické operace, přesuny bloků dat, zpracovávat spojité signály... Často jsou součástí většího řídicího celku, tzv. distribuovaného řídicího systému, jehož jednotlivé součásti jsou propojeny soustavou sítí.

Použití PLC je velmi široké, od jednoduchých zařízení realizujících logické funkce např. při řízení kotelen a klimatizačních jednotek, přes aplikace ve sklářském a potravinářském průmyslu, až po PLC zabudované jako subsystém v CNC systémech pro řízení obráběcích strojů.

S rostoucí znalostí problematiky programovatelných automatů nicméně vzniká potřeba ověřit si dovednosti v praxi, při řízení skutečných zařízení. Studenti tohoto předmětu dosud většinou požívali jen simulované PLC vytvořené vývojovým programem Mosaic české firmy Teco, a.s. Kolín, tzv. programování PLC bez nutnosti použití reálného PLC.

Jedním z cílů práce je vytvoření uceleného pracoviště, pro výuku programování na reálném PLC tak, aby v průběhu výuky bylo možno připojit k PLC jednak výukové modely reálných zařízení systému EDU-mod a dále libovolná zařízení přes reléové výstupy či standardizované konektory Cannon. Celý systém bude řešen s možností uchycení ovládaného zařízení na DIN lištu, která je již po desetiletí průmyslovým standardem.

Pro studijní část předmětu budou zpracovány učební texty, které budou zahrnovat učivo z celého předmětu. Tato část by měla být rozdělena na čtyři oddíly. První dva zabývají se přehledem programovatelných automatů a vybraných vizualizačních programů. Třetí a čtvrtý pak programování PLC Tecomat a Saia, které se používají na výuku v laboratořích předmětu.

Posledním dílčím úkolem celé práce je vytvoření několika vzorových protokolů a programů.



## 1 UČEBNÍ TEXTY

Jeden z úkolů bakalářské práce bylo setřídít literaturu danou vedoucím bakalářské práce. Tato literatura byla rozdělena do čtyř částí: PLC, Vizualizace, Programování PLC Tecomat a Programování PLC Saia.

V první části byl popsán obecně programovatelný automat, jeho struktura, elektrické a konstrukční provedení a třídění programovatelných automatů. Dále následuje základní popis nejvýznamnějších automatů: Tecomat od české firmy Teco, a.s. Kolín, Saia od švýcarské firmy Saia-Burgess Electronics, Modicon od Bedford Associates, USA a nakonec PLC Omron od Omron Electronics LLC, USA.

Další část se zabývá vizualizačními systémy. Po obecném popisu jsem popsal tři nejrozšířenější vizualizační programy: Wonderware InTouch, Control Web a Wizcon, který se nyní jmenuje Axeda Supervizit.

Z důvodu využití PLC Tecomat a PLC Saia pro výuku základů programování na naší škole, jsou poslední dvě části věnována programování PLC Tecomat a PLC Saia.

Tyto texty budou použity pro výuku předmětu Programovatelné Automaty v následujících letech. Také budou mít studenti možnost si je stáhnout z webových stránek příslušného ústavu.

Zestručněná verze Přílohy I dávající představu o námětu a struktuře tohoto dokumentu pojednávajícího o programovatelných automatech a vizualizací je součástí následujících dvou kapitol.

Součástí práce (pouze na přiloženém CD) je Příloha II a Příloha III zabývající se programováním programovatelných automatů Tecomat a Saia.

## 2 PLC

### 2.1 PLC obecně

#### 2.1.1 Základní charakteristika programovatelných automatů

Programovatelný automat je uživatelský programovatelný řídicí systém přizpůsobený pro řízení průmyslových a technologických procesů nebo strojů. Nejčastěji se označuje zkratkou PLC (Programmable Logic Controller). Česká zkratka, která se teprve začíná používat, je PA (Programovatelný automat).

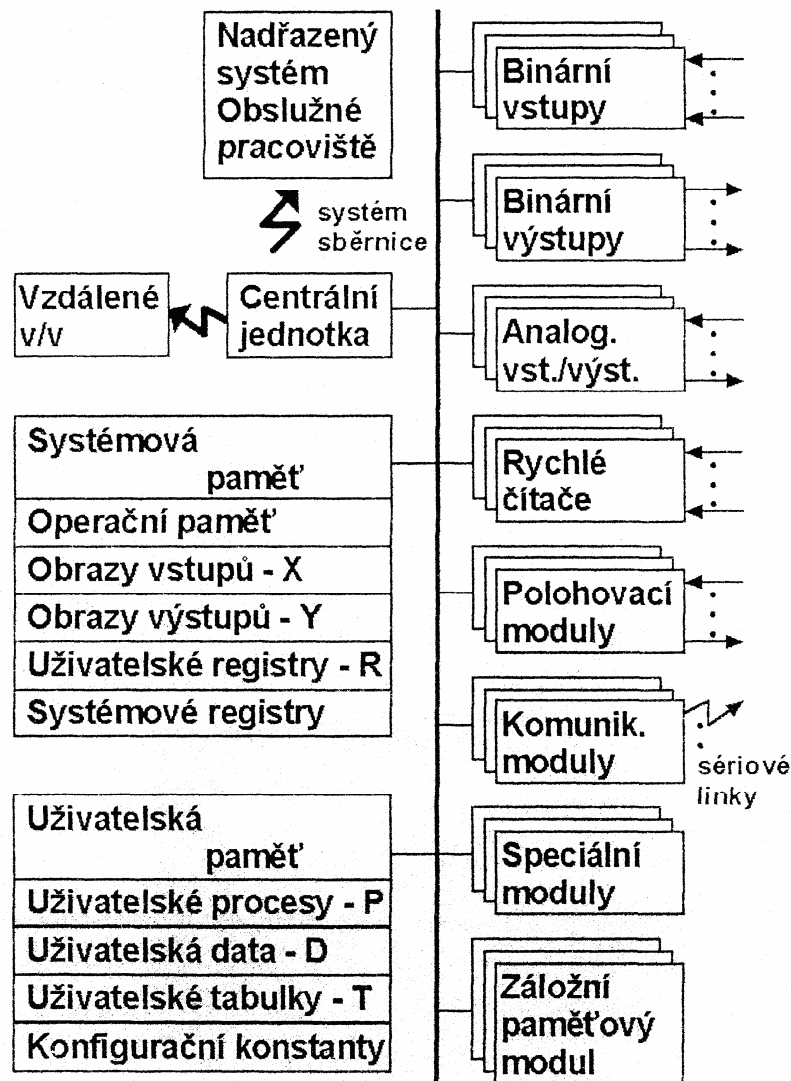
Zpočátku byly navrženy pro řešení úloh logického řízení, hlavně jako náhrada za pevnou reléovou logiku. S postupem času a s rozvojem výpočetní techniky začaly pronikat i do úloh monitorování a měření a nahrazují dokonce i samotné regulátory.

PLC se skládá z

- 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.

Navzájem jsou propojeny systémovou sběrnici.

Blokové schéma typického PLC vypadá následovně:



Obr. 1 Blokové schéma PLC

Na rozdíl od reléových obvodů, jejichž činnost je pevně dána zapojením, jsou programovatelné automaty nesrovnatelně variabilnější, neboť jejich činnost udává program uložený v paměti a je možné jej poměrně snadno změnit.

### 2.1.2 Třídění PLC

#### Kompaktní PLC

Kompaktní PLC měly původně pevně danou konfigurací integrovaných modulů a byly uzavřeny v jednom pouzdře. Pouzdro se montuje přímo do výrobku, je snaha o určitý stupeň modularity a je možno i u malých aplikací přizpůsobit sestavu. Typickými aplikačními oblastmi jsou např. řízení klimatizačních zařízení a technického vybavení v budovách,

ovládání garážových vrat, zvedacích plošin, mycích linek, prodejních automatů, balicích strojů apod.

#### Modulární PLC

Jsou vhodné pro automatizační úlohy středního a velkého rozsahu. Je tvořen v podstatě pevným procesorovým jádrem s napájecím zdrojem umístěným v rámu, ke kterému se přes sběrnici připojují místní i vzdálené periferní jednotky. Kromě i analogové vstupně výstupní jednotky bývá možnost volby jednotek pro rychlé čítání, polohování, nejrůznější typy komunikace, regulaci, i pro speciální funkce.

Další třídění je např. dle konstrukčního řešení

#### *Mikro PLC*

nabízejí pevnou sestavu vstupů a výstupů. Svým kompaktním provedením, malými rozměry a nízkou cenou se řadí do kategorie spotřebního materiálu. Jejich funkční a programátorský komfort je obvykle redukován na nezbytné minimum, komunikační možnosti mnohdy chybějí.

#### *Kompaktní PLC*

nabízejí určitou i když omezenou variabilitu. Uživatel může k základnímu modulu připojit jeden nebo několik přídatných 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.

#### *Modulární PLC*

dává větší volnost ve volbě konfigurace, umožňuje zasouvat libovolné moduly. Jeden systém může tvořit několik rámu, rozšiřovací moduly lze připojit i na vzdálenost stovek metrů.

#### *Programovatelné pracovní stanice*

Sdružují funkce PLC a operátorského panelu. Mají výhody v integraci funkcí, praktickém konstrukčním provedení, výhodný poměr cena/výkon, široké možnosti uplatnění i

tam, kde bylo použití tradičního PLC s odděleným operátorským panelem dosud cenově nedostupné.

### 2.1.3 Konstrukční a elektrické provedení PLC

Kompaktní PLC jsou umístěny buď v jednom pouzdře nebo dovolují v malé míře rozšíření. Většinou se montují přímo na DIN lištu do rozvaděče.

V základním modulu modulárních PLC (rám, nosná deska, lišta) bývá umístěna centrální procesorová jednotka (CPU), napájecí jednotka, systémová a napájecí sběrnice a několik volných pozic pro zásuvné periferní jednotky. Pokud počet volných pozic v základním modulu nepostačuje, bývají k dispozici rozšiřující moduly. Rozšiřující moduly se připojují pomocí tzv. expanzní jednotky.

#### *Centrální procesorová jednotka*

Centrální procesorová jednotka je jádrem celého PLC, určuje jeho výkonnost. Může být jednoprocessorová nebo i víceprocesorová.

#### *Paměťový prostor*

Paměťový prostor se může dělit na paměť uživatelskou, systémovou a paměť dat.

Do uživatelské paměti se ukládá uživatelský program.

V systémové paměti je umístěn systémový program.

V paměti dat typu RAM jsou umístěny uživateli dostupné registry, čítače, časovače a většinou i vyrovnávací registry pro obrazy vstupů a výstupů. Počet těchto registrů výrazně ovlivňuje možnosti PLC. Důležitým parametrem jsou rozsahy čítačů a časovačů, jeden nebo i více sériových komunikačních kanálů. Většina automatů má dostupné i hodiny reálného času, případně i s kalendářem.

#### *Binární vstupní jednotky*

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

### *Binární výstupní jednotky*

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 výstupu před zkratem
- signalizace stavu výstupů (pomocí LED diod)

### *Analogové vstupní jednotky*

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

### *Analogové výstupní jednotky*

Analogové výstupní jednotky slouží pro ovládání různých akčních členů či zařízení se spjitým charakterem vstupního signálu, jako např. spjité servopohony, frekvenční měniče, ale třeba i ručkové měřící přístroje apod.

### *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 PLC.

### *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 PLC.

### *Komunikační jednotky*

Důležitou vlastností PLC 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. 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, RS 232, RS 422, RS 485.

### *Počítačové jednotky*

V počítačovém modulu, kompaktním s PC, lze standardními počítačovými prostředky řešit úlohy, které nejsou pro PLC 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 PCMCIA, apod.

## **2.2 PLC Tecomat**

### **2.2.1 Popis PLC Tecomat**

Programovatelné automaty řady Tecomat jsou určeny pro řízení technologií v nejrůznějších oblastech průmyslu, potravinářství, dopravě, energetice, výrobě stavebních hmot, apod. Jsou vyráběny ve dvou odlišných provedeních, a to v kompaktním provedení (TC400, TC500, TC600) a v modulárním provedení (NS950). Kompaktní provedení PLC se vyznačuje snadnou montáží a příznivou cenou a je určeno pro aplikace menšího rozsahu podle počtu vstupů a výstupů. Modulární provedení PLC (provedení, u něhož je možné sestavit z daných periferních jednotek nejrůznější konfigurace samostatných modulů) má k dispozici několik typů napájecích zdrojů, různé typy centrálních řídicích jednotek (CPU), různé typy instalačních rámců a více než 80 typů periferních jednotek.

### **2.2.2 Charakteristika PLC Tecomat**

PLC Tecomat vykonávají uživatelský program cyklicky za použití vícesmyčkového řízení. Operace se provádějí nad zásobníkem (8 úrovní). K ukládání uživatelských dat slouží zápisníková paměť, která obsahuje také systémové registry a obrazy vstupů a výstupů. PLC umožňuje blokování výstupu a to jednak služebním vstupem, příkazem po sériovém kanálu anebo automaticky po závažné chybě. Hardware zajišťuje kontrolu procesoru (watchdog), hlídání napájecího napětí (power fail), ochranu dat při výpadku napájení, zabezpečuje sériovou komunikaci a přenos dat po I/O sběrnici. Software kontroluje platnost uživatelského

programu, hlídá dobu cyklu a správnost uživatelského programu. Pro komunikaci slouží sériové rozhraní které umožňuje programování, vizualizaci a výměnu dat mezi PLC.

### 2.2.3 Systémové služby

PLC Tecomat mají vestavěné různé systémové služby, které zvyšují komfort programování, obsluhy a zkracují dobu nutnou pro nasazení systému v průmyslových aplikacích. Výhodným prostředkem usnadňujícím programování je soubor systémových registrů S v zápisníkové paměti, ve kterých jsou realizovány následující služby:

- příznaky výsledků aritmetických operací
- příznaky výsledků logických operací
- příznaky stavu systému
- doba minulého cyklu
- čítač cyklů
- čas systému (hodiny, minuty, sekundy, desítky milisekund)
- datum (rok, měsíc, den, den v týdnu)
- časové střídače
- čítače po 100 ms, 1 s a 10 s
- náběžné a sestupné hrany časových střídačů
- řídicí masky uživatelských procesů
- interní kód chyby

Důležitou službou je ochrana dat a programu při vypnutí napájení PLC automatu. Zálohované registry R (remanentní zóna) mají hodnotu dosaženou po poslední ukončené smyčce uživatelského programu (zásada konzistence dat).

Lokalizace závad je velmi účinnou službou. Závady jsou rozděleny do dvou kategorií podle závažnosti. Kritické závady způsobují řízené zastavení činnosti PLC. Ostatní závady dávají uživatelskému programu na vědomí svůj výskyt v registru S, čímž umožní adekvátní reakci uživatelského programu na vzniklé závady.

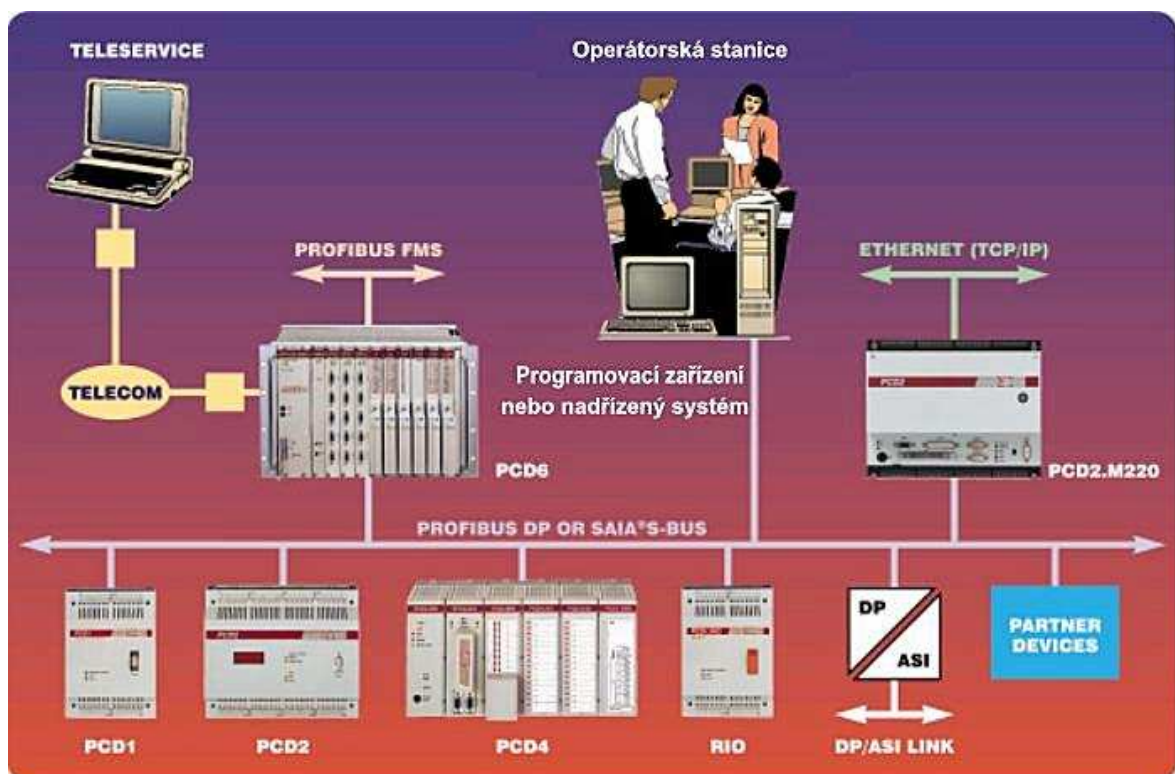


Systémy Tecomat umožňují svou strukturou uživatelského programu více smyčkové řízení. Uživatelský program se skládá z uživatelských procesů, jejichž vykonání je v dané smyčce programu podmíněno určitou logikou.

### 2.3 PLC SAIA





Stavebnicový řídicí systém SAIA je určen pro oblast automatizovaných systémů. Ať už se jedná o spojitě nebo diskrétní řízení. Dá se ekonomicky výhodně nasazovat od malých aplikací jako je např. řízení obráběcích strojů, výrobních linek přes řízení technologie budov a řízení výměnných stanic až po řízení celých závodů např. pivovarů nebo energetických bloků.

Mezi největší přednosti řídicího systému SAIA patří jeho komunikační schopnosti. Není problém zapojit řídicí podstanice SAIA do lokální technologické sítě, nebo do podnikové informační sítě, popřípadě přenášet data prostřednictvím globálních informačních médií (internet) či prověřit funkčnost aplikace například pomocí SMS správ v síti GSM.



Obr. 2 Možnost použití systému SAIA

## 2.3.1 Řady PCD1, PCD2, PCD4, PCD6

Řada	PCD1	PCD2	PCD4	PCD6
				
Provedení	ploché	ploché	bloky	vane 19"
Napájení	24 Vss	24 Vss	24 Vss	24 Vss nebo 230 Vst
Modulární I/O	ano	ano	ano	ano
Počet I/O	max. 32	max. 64/96/128	max. 512	max.5120
Počet CPU	1	1	1 nebo 2	1 až 7
Doba zpracování instrukce	5,4 $\mu$ s	4 $\mu$ s	6 $\mu$ s	5,4 $\mu$ s
Uživatelská paměť	17..140 kB	32..536kB	64..428kB	256..1MB

Tab. 1 Vlastnosti řad PCD1, PCD2, PCD4, PCD6

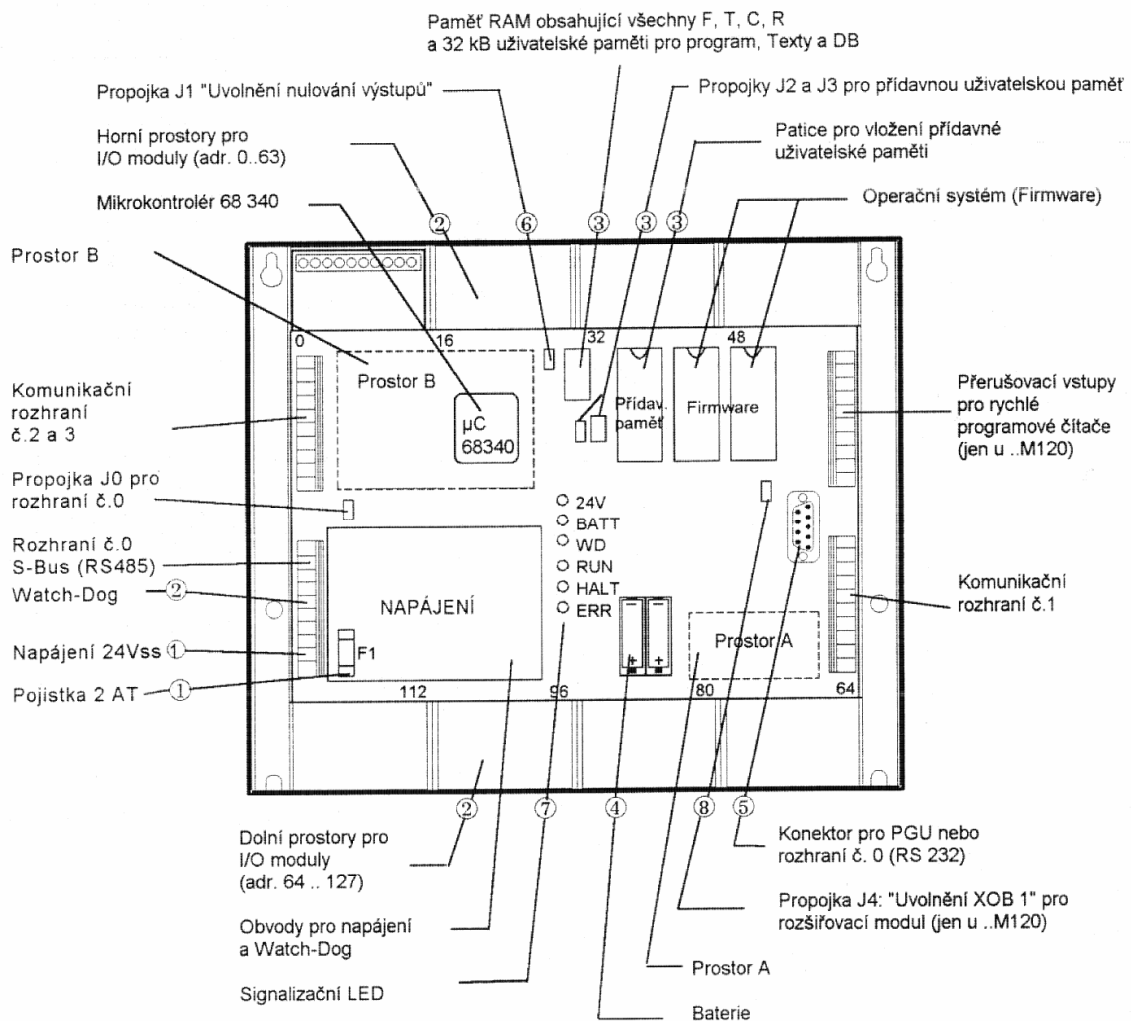
## 2.3.2 Modely rady PCD2



Obr. 3 Saia PCD2

Automat PCD2 je tvořen harmonickou kombinací operačního systému, CPU, vstupních/výstupních modulů (I/O moduly), síťových karet a programovacích nástrojů.

Hlavní částí systému je základní procesorová jednotka (CPU). K dispozici jsou 4 standardní řešení poskytující široké spektrum výkonů a funkcí (modely M110, M120, M150, M170). Do každé základní jednotky PCD2 je možné vložit až 8 libovolných I/O modulů. V případě potřeby jsou k dispozici taktéž rozšiřovací jednotky pro dalších 4 anebo 8 I/O modulů.

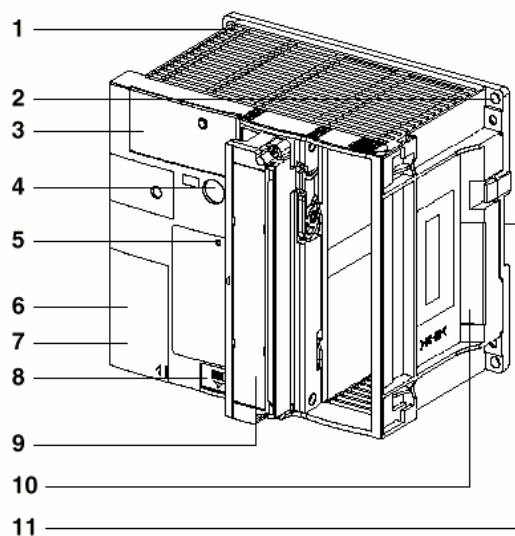


Obr. 4 Hlavní deska PCD2

## 2.4 PLC Modicon

### 2.4.1 Úvodní přehled

Základní vana programovatelného automatu obsahuje panel s integrovaným napájecím základní vany (24 Vss nebo 100-240 Vst), procesor, paměťový modul, záložní FLASH EPROM a dva zásuvné sloty pro další moduly.



Obr. 5 PLC Modicon TSX Micro

1. Vana se 2 sloty, napájením, procesorem a pamětí.
2. Upevňovací body automatu.
3. Centrální zobrazovací jednotka.
4. Terminálový port (TER).
5. Tlačítko RESET.
6. Kryt přístupu k napájecím svorkám.
7. Štítek s označením výměny baterie.
8. Kryt přístupu k volitelné baterii a k vypínači pro ochranu operačního systému proti přepsání.

9. Modul s 28 nebo 64 vstupů nebo výstupů standardně osazený v prvním slotu.
10. Kryt přístupu k připojení rozšiřující mini-vany.
11. Příslušenství pro montáž na lištu DIN.

Do všech volných pozic automatů lze zasunout všechny diskrétní moduly. Pro přizpůsobení všem požadavkům zákazníka se diskrétní vstupní a výstupní moduly dodávají ve dvou formátech. Standardní formát, který zabírá jeden slot (2 pozice) a poloviční formát, který zabírá pouze jednu pozici. Všechny ostatní moduly (analogové, čítací, atd.) jsou polovičního formátu.

#### **2.4.2 Diskrétní vstupy a výstupy**

Vstupy: jejich úkolem je přijímat signály z čidel, příjem a úprava dat, elektrické oddělení, filtrace dat a ochrana proti rušivým signálům.

Výstupy: podle instrukcí programu řídí spínání výstupních zařízení. Diskrétní vstupy a výstupy se liší podle funkce a způsobu použití:

- funkce: AC nebo DC vstupy a výstupy, pozitivní nebo negativní logika,
- připojení přes šroubovou svorkovnici nebo konektory,
- modularita:
  - vstupní a výstupní moduly standardního formátu: 32 vstupů, 32 výstupů
  - vstupní a výstupní moduly polovičního formátu, které umožňují správně přizpůsobit řadu vstupních a výstupních bodů pro danou aplikaci.

#### **2.4.3 Analogové vstupy a výstupy**

Analogové vstupy a výstupy modulu TSX 37 jsou moduly polovičního formátu se šroubovou svorkovnicí. Maximální počet analogových modulů, které lze použít v konfiguraci TSX 3710 jsou 2 moduly instalované buď v základní vaně nebo v rozšíření.

##### *Funkce analogových modulů*

Tyto vstupní moduly zajišťují následující funkce:

- snímání vstupních kanálů polovodičovou multiplexi a sběr dat,

- analogově / digitální konverze (12 bitová) vstupního měření.

Kromě těchto funkcí, procesor automatu vykonává i následující činnost:

- monitorování překročení rozsahu vstupů,
- filtrace měření,
- konverze měřených hodnot do uživatelsky vhodného formátu se zvolenými jednotkami.

#### 2.4.4 Přenos dat

Všechny modely programovatelných automatů TSX 37 umožňují vícefunkční sériové spojení s terminálem. Tento neizolovaný terminálový port RS 485 obsahuje 8-pinový minikonektor DIN. Terminálový port TER je schopen napájet zařízení bez vlastního zdroje napájení. Standardní komunikační režim na terminálovém portu je UNI-TELWAY master. Při konfiguraci je možné přepnout do režimu UNI-TELWAY slave nebo znakového režimu.

K portům je možné připojit (pouze 1 protokol v daném čase):

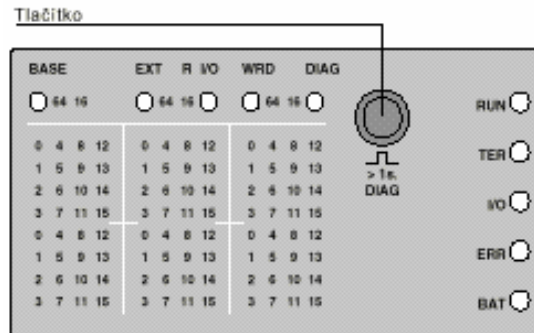
- programovací terminál a/nebo interface člověk-stroj (UNI-TELWAY v master módu),
- automat TSX přes sběrnici UNI-TELWAY link (UNI-TELWAY v master nebo slave módu),
- tiskárnu nebo terminál ve znakovém režimu,
- modem.

#### 2.4.5 Zobrazovací jednotka

Zobrazovací jednotka (displej) zajišťuje funkce nezbytné pro nastavení, provoz, diagnostiku a údržbu programovatelného automatu PLC, všech jeho modulů v základní i rozšiřující vaně a vzdálených diskretních vstupních a výstupních automatů:

- Zobrazení stavu automatu PLC,
- Zobrazení stavu místních nebo vzdálených vstupů nebo výstupů,
- Test zapojení diskretních vstupů nebo výstupů v nepřítomnosti aplikačního programu,
- Diagnostika vstupních nebo výstupních modulů,

- Zobrazení interních dat programu (bity, slova, vzdálené vstupné nebo výstupné bity, apod.).

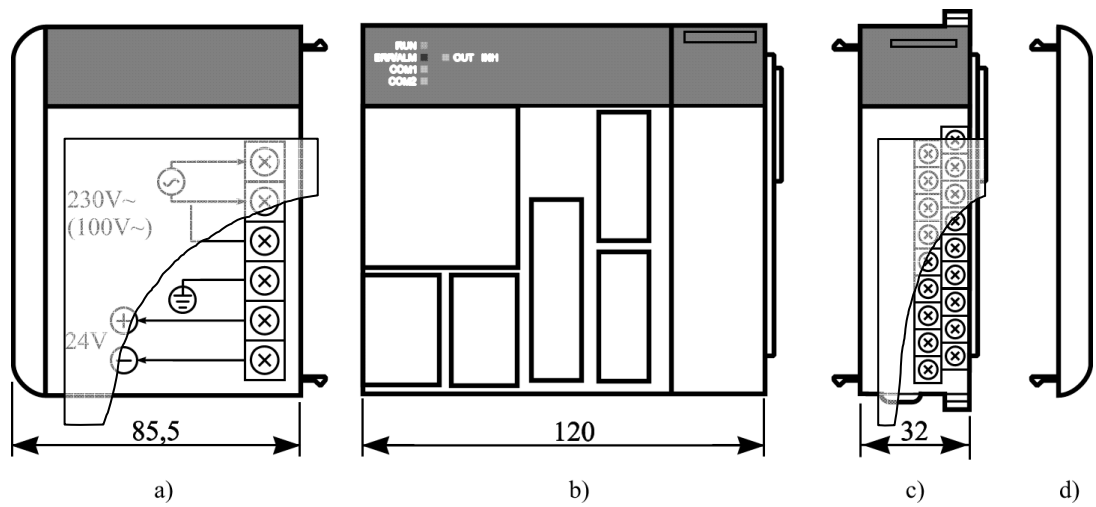


Obr. 6 Zobrazovací jednotka

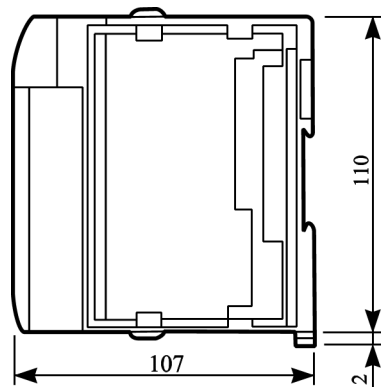
## 2.5 PLC Omron

Programovatelný automat firmy Omron CQM1 s procesorovou jednotkou CPU45-V1, patří dle dělení výrobce do třídy malých, tedy vzhledem k jeho výkonu má malé rozměry. Je vhodný k začlenění do rozvodných skříní na běžně používanou DIN lištu, ale lze jej připevnit i na stěnu pomocí šroubů.

Jeho struktura je modulární. K centrální jednotce s procesorem (obr. 7 b) se připojuje zdroj (obr. 7 a) i ostatní rozšiřující moduly (obr. 7 c) s digitálními, nebo analogovými vstupy i výstupy, jednotky pro komunikaci, měření teploty apod. To vše tvoří jeden celek uzavřený koncovým krytem (obr 7 d). Všechny části mají shodný profil (obr. 8), takže i po rozšíření si zachovává svůj charakteristický vzhled.



Obr. 7 Základní rozměry PLC Omron



Obr. 8 Profil PLC Omron

Uživatelský program probíhá, stejně jako ve všech standardních PLC, v cyklech. Podporuje tzv. přímý výstup, tzn., že fyzický výstup není aktualizován po ukončení cyklu jak je běžné, ale ve chvíli, kdy jej program zapíše do V/V paměti. Instrukční soubor nabízí celkem 137 instrukcí a funkcí, rozdělených do 14 základních skupin. Doba trvání běžné instrukce je 0,5 až 1,5  $\mu$ s (některé z nich, jako je např. paměťový přesun můžou trvat i 24  $\mu$ s) a jejich délka 1 až 4 slova. Paměťové místo vyhrazené pro samotný program činí 7,2K slov.



### 2.5.1 Procesorová jednotka

Procesorová jednotka je navržena tak, že ji lze snadno začlenit do procesu. Již v základní konfiguraci obsahuje:

- 16 digitálních 24V vstupů
- možnost připojit až 256 vstupů či výstupů
- vysokorychlostní čítače a časovače
- komunikační rozhraní RS-232C pro komunikaci s externím zařízením nebo s jiným PLC
- port pro připojení PC, programovacího terminálu nebo datové konzoly
- tři druhy přerušení (externí, od čítače, od časovače)
- 4 analogové vstupy + 2 analogové výstupy (přesnost 12 bitů)

### 2.5.2 Struktura paměti

Paměťový prostor tohoto programovatelného automatu je rozdělen na několik oblastí podle jejich funkce, použití nebo způsobu adresování. Základní paměťovou jednotkou je zde slovo (word), tzn. že jedna jednotka má 16 bitů.

## 3 VIZUALIZACE

### 3.1 Vizualizace obecně

Vizualizační systémy se staly standardní součástí automatizace. Už nejsou výsadou dispečerských pracovišť velkých průmyslových a energetických provozů –elektráren, chemiček, distribučních sítí nebo dopravních systémů, ale setkáváme se s nimi už i v nevelkých provozech, např. v pekárně, v pracovně podnikového energetika, technologa nebo správce budovy, ale třeba i na pracovišti učitele nebo u učební pomůcky ve školní laboratoři. Technika vestavných (embedded) panelových počítačů už neodsouvá vizualizační systémy do oddělených prostorů velínů a dispečerských pracovišť, zpřístupňuje je i pro použití přímo na pracovištích, např. pro obsluhu jednotlivých strojů a linek nebo technologických objektů (např. kotelen, strojírny klimatizace, transformátorových stanic). Je možné se s nimi setkat i v kabině řidiče vlaku nebo metra.

### 3.2 Vizualizační systém Wizcon

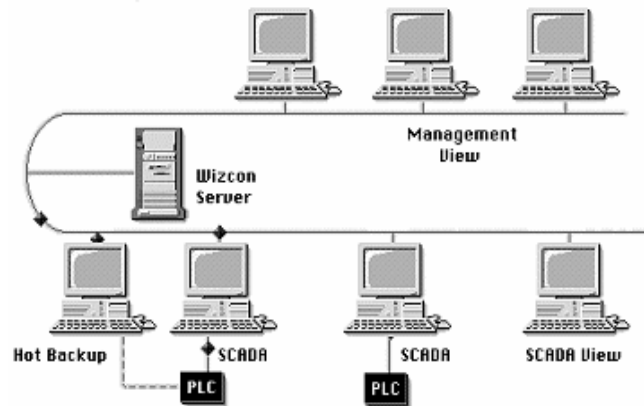
#### 3.2.1 Základní charakteristika

Wizcon je řídicí a vizualizační systém typu SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Umožňuje nejen propojení s existujícími platformami a aplikacemi, ale umožňuje také jejich spolupráci s cílem dosáhnout optimální výkonnosti řízené výroby. Vysoká výkonnost a otevřenost Wizconu jsou založeny na vlastnostech jádra WizPro.

WizPro umožňuje současně zpracovávat několik tisíc I/O operací z různých zdrojů:

- Virtual PLC Interface (VPI), spojující jádro WizPro s PLC a ostatními technologickými zařízeními
- Virtual Network Interface (VNI), podporující standardní průmyslové komunikační protokoly (NetBIOS, IPX/SPX a TCP/IP)
- Virtual File Interface (VFI), spojující Wizcon s dalšími vnějšími aplikacemi a podporující řadu formátů dat a umožňující přístup k SQL databázím.

Jádro systému WizPro zajišťuje také správu vnitřní databáze v reálném čase a předává ostatním součástem systému data určená pro obrázky, grafy, alarmní okna, apod. K jádru lze přidat nejen grafická rozhraní, ale i mnoho zákaznických uživatelských modulů.



Obr. 9 Možnosti propojení WizPro

System umožňuje navrhovat aplikace i jejich běh v jednom prostředí. To umožňuje uskutečňovat změny za chodu a okamžitě vidět jejich výsledky.

Wizcon nabízí i široké možnosti grafické prezentace. Umožňuje vytvořit obrázek znázorňující celý podnik a pomocí funkce Zoom odkrýt libovolné detaily nebo skryté celky. Grafické rozhraní může být složeno až ze 64 vrstev a každá z nich může obsahovat specifické informace. Operátor tak může zvolit libovolné vrstvy a vzájemně je kombinovat podle potřeby a přiděleného rozsahu oprávnění.

### 3.3 Vizualizační systém InTouch

Wonderware® InTouch™ je objektově orientovaný grafický generátor pro vytváření human-machine interface (HMI, tj. rozhraní člověk stroj) aplikací pro průmyslovou automatizaci, řízení procesů a supervizní monitorování. Typy aplikací zahrnují diskrétní, spojitě, DCS, SCADA a další druhy výrobních prostředí.

Jednou z nejvýznamnějších vlastností jsou Wonderware „Wizards“ (čarodějové), předkonfigurované grafické objekty, které podstatně usnadňují a urychlují vytváření výkonných aplikací. Při práci s InTouchem se používá výkonný objektově orientovaný grafický editor pro vytvoření animovaného grafického znázornění celého procesu. Uživatel si

poté může vytvořit pomocí DDE (Dynamic Data Exchange - Dynamická výměna dat) spojení mezi grafickou reprezentací procesu na osobním počítači a aktuálními datovými hodnotami v zařízeních, které přímo řídí výrobní proces. Změna dat ve výrobě se okamžitě v reálném čase promítne na obrazovku

### 3.3.1 Hlavní vlastnosti

#### *Objektově orientovaná grafika*

Snadno konfigurovatelné aplikace znamenají urychlení vývoje. Objekty a skupiny objektů mohou být přemísťovány, modifikovány a animovány rychleji a snadněji než bitmapová grafika. K dispozici jsou výkonné objektově orientované nástroje pro snadné kreslení, uspořádávání, zarovnávání, vrstvení, vytváření mezer, rotaci, zrcadlení, kopírování, vymazávání, práci s clipboardem (cut, copy, paste) a další.

#### *Animační vlastnosti*

Objektům může být přiřazena jedna animace nebo kombinace jednotlivých animačních možností pro komplexní změny velikostí, barev nebo umístění. Animační vlastnosti zahrnují dotykem aktivované zadávání vstupních údajů pro binární, analogové a řetězcové proměnné; horizontální a vertikální posuvné ovladače; přepínače a akční tlačítka; tlačítka pro otevírání/zavírání oken; změnu barev čar, textů a objektů v závislosti na aktuálních binárních/analogových hodnotách nebo alarmech; změnu výšky/šířky objektů; změnu jejich vertikální/horizontální polohy; poměrné vertikální/horizontální vyplňování objektů; viditelnost; zobrazení binárních, analogových a řetězcových hodnot; rotace a blikání.

#### *Standardní uživatelský interface*

Standardní Windows GUI (Graphic User Interface) umožňuje snadný přechod do jakéhokoliv jiného programu pod Windows nebo do jiné verze InTouche. Tento příjemný a přirozený vzhled zjednodušuje simultánní provozování několika různých windows aplikací v rámci jedné obrazovky.

### 3.4 Vizualizační systém ControlWeb 2000

Control Web 2000 je univerzální nástroj pro vývoj a nasazování vizualizačních a řídicích aplikací, aplikací sběru, ukládání a vyhodnocování dat, aplikací rozhraní člověk-stroj.

Control Web pracuje jako spousta jiných SCADA/HMI systémů používaných v průmyslu. K dispozici jsou všechny komponenty nutné k tvorbě vizualizačních aplikací - zobrazovací a ovládací prvky, alarmy a archivy, historické trendy apod. Umožňuje práci v reálném čase.

Uživatelské rozhraní vývojového systému maximálně podporuje vizualizaci všech činností a možnosti tvorby programu grafickými prostředky. Tak jako v ostatních programovacích prostředcích i v Control Webu jsou k dispozici různí průvodci, které vytvoří kosturu aplikace či poradí s výběrem komponent, které je vhodné pro daný typ aplikace použít.

Program v Control Webu je možné vytvářet v grafickém prostředí, kde vybíráme jednotlivé komponenty a rozmisťujeme je na zobrazitelnou plochu či zařazením do stromů časování definujeme jejich aktivaci v programu z hlediska času. V inspektorech jednotlivých komponent interaktivně pomocí dialogů definujeme příslušné vlastnosti apod.

Aplikace napsaná v systému Control Web komunikuje s vnějším světem přes ovladač příslušného vstupně-výstupního zařízení prostřednictvím speciálních proměnných - tzv. "vstupních a výstupních kanálů", které se nadefinují pro daný ovladač. Systém poskytuje prostředky, kterými lze přesně řídit časování, kdy jsou potřebná data čtena či zapisována do jednotlivých kanálů.

Program v systému Control Web je sestaven z jednotlivých virtuálních přístrojů. Těmito přístroji jsou různé typy zobrazovacích elementů (různé měřicí přístroje, grafy, osciloskop, ikony apod.), řídicí prvky (přepínače, tlačítka, knoflíky aj), archivační elementy, prvky pro obsluhu alarmů, ale i obecný kontejner pro zobrazení Active X komponenty) apod. Tyto přístroje je možné interaktivně rozmisťovat na jednotlivé panely do jednotlivých oken.

Každý virtuální přístroj má specifické editovatelné vlastnosti (které je ale možné prostřednictvím volání příslušných metod měnit i za běhu aplikace).

Každý přístroj může posílat zprávy jiným přístrojům v aplikaci: může je např. aktivovat, nebo způsobit spuštění jejich specifických metod (procedura uvnitř jednoho přístroje může volat metodu – tj. lokální proceduru jiného přístroje).

## 4 NÁVRH DESEK PRO PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY

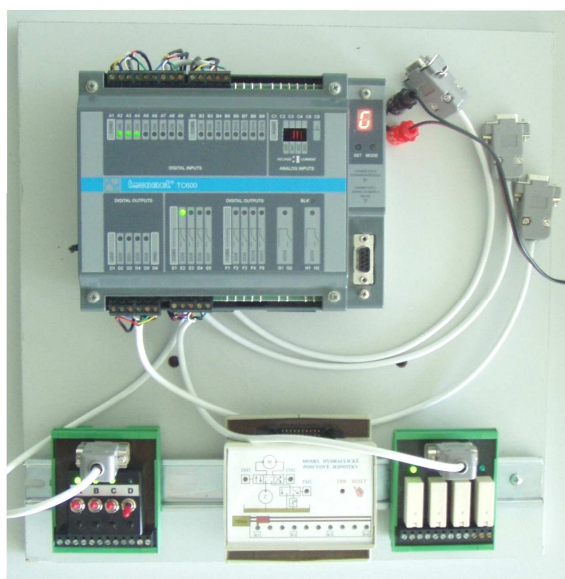
### 4.1 Obecně

Jedním z dílčích zadání této bakalářské práce bylo vyrobit desky pro programovatelné automaty Tecomat a Saia. Tyto desky mají být umístěny na pracovním stole v laboratoři Programovatelných automatů. Desky byly vyrobeny za účelem montáže PLC, kde student má možnost přímo sledovat funkčnost přístroje. Také další výhodou těchto desek je skladnost. Desky budou umístěny na stojanu ve svislé poloze, tím se uvolní místo na pracovním stole a zjednoduší manipulace.

### 4.2 Technická data

Desky jsou vyrobeny z dřevotřísky v šedobílé barvě. V levém horním rohu je osazen programovatelný automat. Na pravé straně jsou dány banánkové konektory na přívod napájecího napětí 24V ze zdroje. Tyto konektory jsou barevně odlišené: červený na napájení a černý na uzemnění. Na spodu je přišroubována DIN lišta, na kterou je možné vkládat jednotlivé výukové moduly. Na přichycení desky ke stojanu slouží dva šrouby o průměru 8 mm.

### 4.3 Deska pro PLC Tecomat



Obr. 10 Deska pro PLC Tecomat

Deska má rozměry 350 x 355 x 15 (d x š x h).

V levém horním rohu je osazen programovatelný automat Tecomat TC 606.

Z PLC Tecomat vedou tři vstupní a dva výstupní kabely. Na konci těchto kabelů jsou přileptovány 9-pinové Cannony. Tyto kabely jsou dostatečně dlouhé, tak aby dosáhly na modul nebo model osazený na DIN liště. Protože v každém Cannonu je využito pouze šest pinů, byl použit šesti-žilný bílý kabel, který má uvnitř šest žil různé barvy.

Zapojení jednotlivých pinů je ukázáno v následující tabulce.

Číslo pinu	Barva kabelu	Vstupní Cannon 1	Vstupní Cannon 2	Vstupní Cannon 3	Výstupní Cannon 1	Výstupní Cannon 2
1	žlutá	GND	GND	GND	GND	GND
2	x	x	x	x	x	x
3	x	x	x	x	x	x
4	červená	24V	24V	24V	24V	24V
5	x	x	x	x	x	x
6	modrá	X0.0	X0.4	X1.0	Y0.0	Y0.4
7	bílá	X0.1	X0.5	X1.1	Y0.1	Y0.5
8	černá	X0.2	X0.6	X1.2	Y0.2	Y0.6
9	zelená	X0.3	X0.6	X1.3	Y0.3	Y0.7

Tab. 2 Zapojení jednotlivých pinů u PLC Teco

GND značí uzemnění (ground)

24V značí napájení

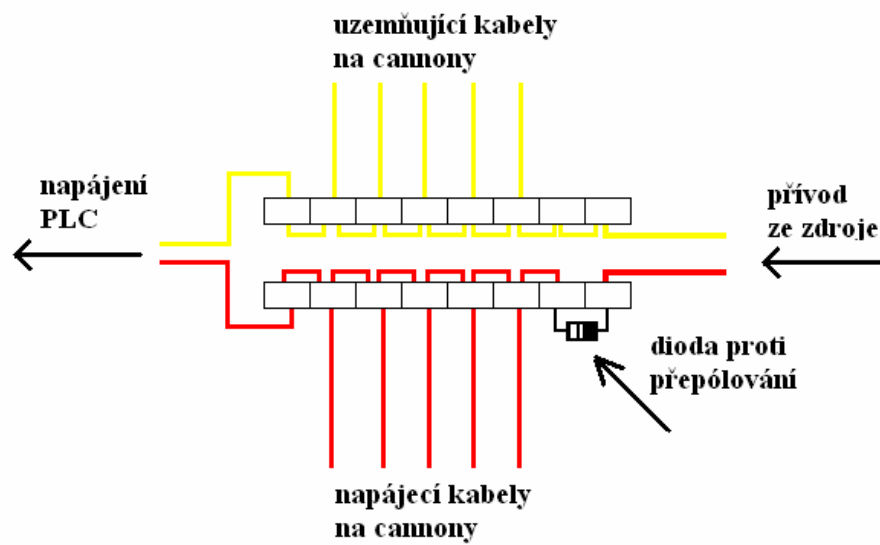
X0.0 atd. značí číslo binárního vstupu

Y0.0 atd. značí číslo binárního výstupu

Piny 2, 3 a 5 nejsou obsazeny

Protože každý Cannon potřebuje vlastní napájení a uzemnění, jsou pod PLC Teco umístěny dvě svorkovnice. Při přívodu napájení ze 24V zdroje byla ještě použita dioda proti přepólování konektorů. Schéma takovýchto svorkovnic je na následujícím obrázku.





Obr. 11 Zapojení svorkovnic pro PLC Teco

#### 4.4 Deska pro PLC Saia



Obr. 12 Deska pro PLC Saia

Deska pro programovatelný automat Saia má podobnou strukturu jako předchozí deska. V levém horním rohu je osazen programovatelný automat Saia PCD2. Rozměry desky jsou: 432 x 350 x 15 (d x š x h).

Z PLC Saia vedou na rozdíl od automatu Tecomat pouze čtyři kabely zakončené koncovkami cannon. Z toho jsou dva vstupní z modulu E110 a dva výstupní z modulu A400. Způsob zapojení jednotlivých pinů je stejný.

U automatu Saia nebylo třeba použít svorkovnici, protože jednotlivé Cannony jsou napájeny přímo z jednotlivého modulu, jak vstupního tak výstupního. Automat má také ochranu proti přepólování, tedy nebylo nutno použít diodu.

## 5 SYSTÉM EDU-MOD

### 5.1 Základní informace

EDU-mod je soubor modelů “technologických procesů” určený především k praktické výuce logických systémů realizovaných programovatelnými automaty, řídicími počítači, stavebnicemi logických obvodů (např. Dominoputer), atd. Podle napěťové úrovně logických signálů se vyrábí ve dvou základních řadách.

#### *Moduly EDU-mod řady 24V*

Logické signály s úrovní 24V ss umožňují univerzální použití pro libovolný typ PLC systému. Vstupní i výstupní signály jsou definovány proti společnému zápornému vodiči. Opačnou polaritu signálů je možno řešit přizpůsobovacími členy.

#### *Moduly EDU-mod řady 5V*

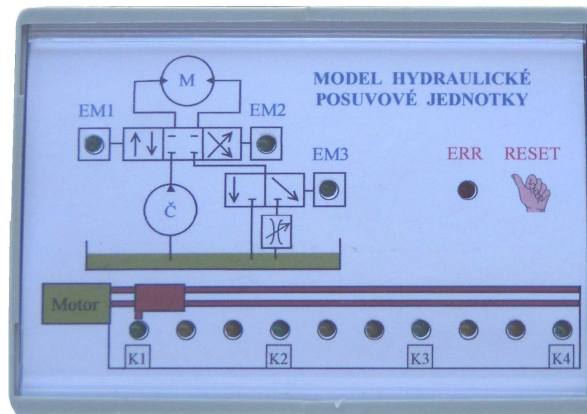
Logické signály s úrovní TTL dovolují spojení s logickými automaty realizovanými na bázi stavebnic číslicových IO, programovatelných logických polí (PLD), procesorových obvodů atd.

#### **5.1.1 Převodníky napěťových úrovní**

Slouží pro převod stejnosměrných logických signálů úrovní 5V (TTL) a 24V. Vyrábí se v provedení pro převod 5V/24V i 24V/5V.

Pomocí převodníků úrovní možné řídit pomocí obvodů digitální a mikroprocesorové techniky zařízení používající 24V logiku (např. elektropneumatické systémy nebo moduly EDU-mod řady 24V), případně kombinovat v jedné aplikaci

## 5.2 Model hydraulické posuvové jednotky



Obr. 13 Model hydraulické posuvové jednotky

### 5.2.1 Funkce modelu

Pohyb suportu je simulován pomocí deseti LED diod, z toho čtyři mají zároveň funkci snímačů polohy K1 až K4.

Model je řízen třemi výstupními signálovými bity. Výstup EM1 řídí pohyb suportu vpřed, EM2 řídí pohyb vzad a EM3 ovládá dvoupolohově rychlost (EM3 = 1 ..... pracovní posuv).

### 5.2.2 Inicializační stav

Po zapnutí napájení nebo po restartu (tlačítko RESET) se suport automaticky nastaví do inicializačního stavu - pozice na snímači K1.

### 5.2.3 Chybová hlášení

Model dokáže vyhodnotit dva druhy funkčních chyb:

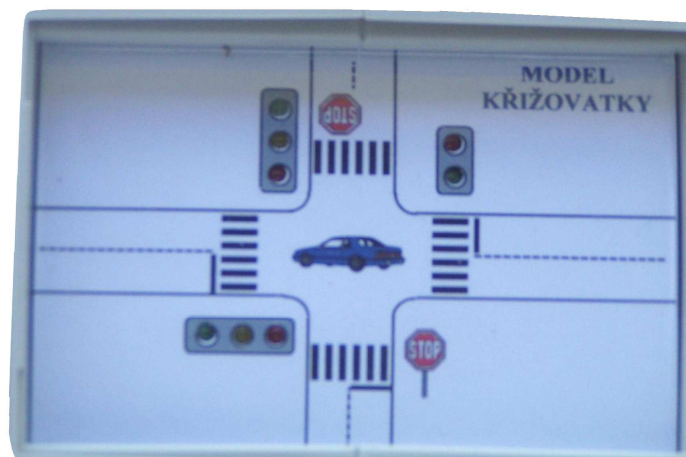
- Přejezd krajního snímače (K1, K4)

Rozsvítí se červená LED ERR a zelené LED snímačů K1 až K4. Systém se vrátí do výchozího stavu po stisku tlačítka RESET.

- Současné sepnutí EM1 a EM2

Signalizační dioda ERR bliká, po odstranění chybového stavu systém bez restartu pokračuje v činnosti.

### 5.3 Model křižovatky



Obr. 14 Model křižovatky

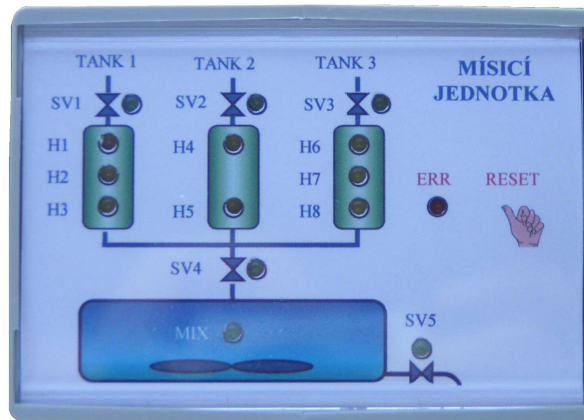
#### 5.3.1 Funkce modelu

Křižovatka je pasivní modul (neobsahuje procesorovou jednotku), který zobrazuje pomocí LED diod stavy výstupních signálů řídicího automatu.

Zadaný model křižovatky má 8 výstupů (2 semaforey se 3 světly, 1 semafor se 2 světly).

Pomocí přídatných vstupních jednotek např. modul spínačů a tlačítek systému, je možné modifikovat běh programu, realizovat tlačítko “chodci” atd.

## 5.4 Model mísicí jednotky



Obr. 15 Model mísicí jednotky

### 5.4.1 Funkce modelu

Mísicí jednotka je aktivní modul s vlastní inteligencí simulující funkci technologie složené ze tří plnicích tanků a mísicí nádoby

Jednotka je řízena šesti výstupy (5 solenoid. ventilů, mixér), vnitřní procesorová jednotka ovládá LED simulující snímače výšky hladiny a generuje chybová hlášení.

Po sepnutí ventilů SV1 až SV3 se začnou plnit příslušné tanky s objemem 84 litrů rychlostí 6 l/s.

Hladinoměry H1 až H8 snímající výšku hladiny v jednotlivých nádobách mají následující význam:

- dolní snímače (H3, H5, H8) - minimální množství kapaliny (cca 10 l)
- střední snímače (H2, H7) - polovina nádrže
- horní snímače (H1, H4, H6) - plná nádrž.

Mísicí nádoba má objem 253 litrů, průtok napouštěcím a vypouštěcím potrubím (přes SV4, SV5) je 18 l/s.

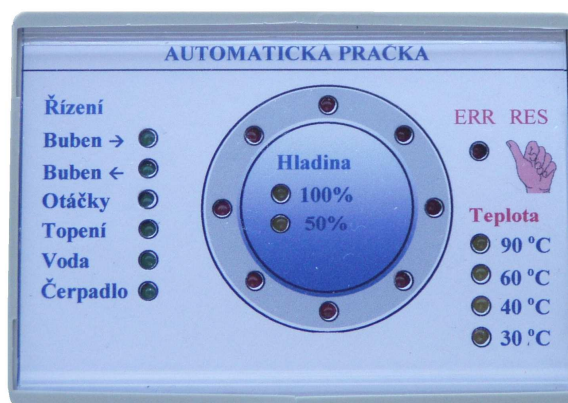
### 5.4.2 Inicializační stav

Po zapnutí napájení nebo po restartu (tlačítko RESET) se jednotka automaticky nastaví do inicializačního stavu - všechny nádoby prázdné. Zároveň se rozblíká červená LED dioda ERR, která zhasne po prvním vybuzení některého ze solenoidových ventilů.

### 5.4.3 Chybová hlášení

Při přetečení kterékoli nádoby (včetně mísicí) se vyhodnotí chyba, která je signalizována rozsvícením LED diody ERR. Systém se vrátí do výchozího stavu po stisku tlačítka RESET.

## 5.5 Model automatické pračky



Obr. 16 Model automatické pračky

### 5.5.1 Funkce modelu

Model je řízen 6 binárními výstupy PLC (akčních členů) na úrovni 24V logiky (společná GND), jejichž stav je na modelu zobrazován pomocí LED.

Dva výstupy slouží pro otáčení bubnem. Jeho pohyb je znázorněn na osmi kruhově uspořádaných LED formou "běžícího světla". Rychlost otáčení bubnu (praní nebo ždímání) se řídí výstupem OTÁČKY (0=praní, 1=ždímání).

Další funkcí modelu je simulace napouštění a vypouštění vody do prací vany a její ohřev (včetně chladnutí). Pro napouštění slouží bit VODA, pro vypouštění bit ČERPADO, pro ohřev bit TOPENÍ.

Hladina vody v práci vaně je snímána ve dvou úrovních (50% a 100%) a zobrazována na LED. Informace je samozřejmě také posílána na výstupy modelu (vstupy PLC).

Při ohřívání vody se model chová jako soustava 2. řádu, avšak časové konstanty jsou zkráceny tak, aby se při ladění aplikací nemuselo příliš dlouho čekat (ohřev plné vany na 90°C trvá cca 60s). Teplota vody je snímána ve 4 bodech (30, 40, 60 a 90°C).

### 5.5.2 Inicializační stav

Po zapnutí napájení nebo po restartu (tlačítko RESET) se jednotka automaticky nastaví do inicializačního stavu - prázdný buben, počáteční teplota.

### 5.5.3 Chybová hlášení

Model generuje dva druhy chybových hlášení (opravitelná a neopravitelná chyba).

#### *Opravitelná chyba*

Nastává pouze tehdy, přijde-li současně povel TOČ BUBNEM VLEVO a TOČ BUBNEM VPRAVO. V tom případě začne blikat červená LED ERR a buben se přestane otáčet. Po odstranění kolizního stavu buben pracuje normálně.

#### *Neopravitelná chyba*

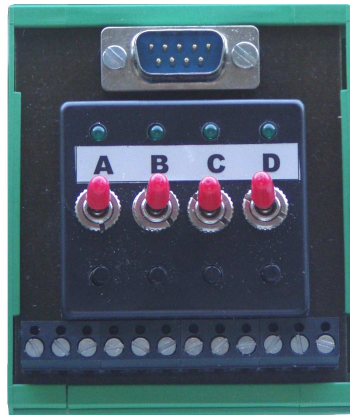
Neopravitelná chyba vzniká ve dvou případech:

- Prací vana přeteče
- Teplota vody stoupne nad 90°C

Chyba je indikována rozsvícením červené LED ERR. Z tohoto stavu se lze dostat pouze stiskem tlačítka RESET.



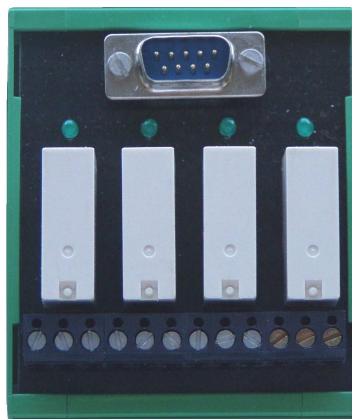
## 5.6 Modul se 4 spínači a tlačítky



Obr. 17 Modul se 4 spínači a tlačítky

Modul se čtyřmi spínači a tlačítky je vstupní modul. Modul umožňuje zapínání a vypínání čtyř páčkových přepínačů. Tyto přepínače jsou nevratné, zůstávají v poloze, na které jsme je přepnuly. Pod páčkovými přepínači jsou také umístěna vratná tlačítka. Tlačítka jsou sepnuta jen když tlačítko držíme stlačeno. Jestli toto tlačítko pustíme, tlačítko se vrátí do polohy „rozepnuto“. Když je sepnutý páčkový přepínač nebo stačené tlačítko, rozsvítí se zelená dioda umístěná nad příslušným přepínačem. Pro připojení k PLC je potřeba jeden výstupní 9-pinový Cannon z PLC.

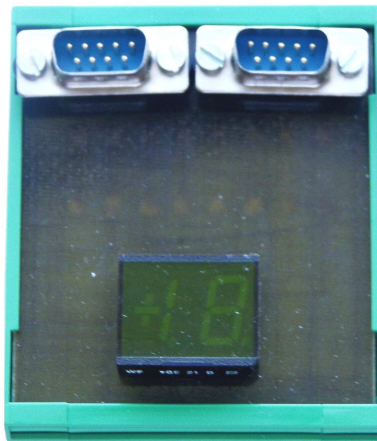
## 5.7 Modul se 4 relé



Obr. 18 Modul se 4 relé

Modul se čtyřmi relé je výstupní modul. Na modulu jsou umístěny čtyři relé. Jestli je některé sepnuto, rozsvítí se zelená dioda umístěná nad relátkem. Prostřednictvím tohoto relé můžeme spínat libovolné zařízení se spínáním do 250 V. Pro připojení k PLC je potřeba jeden výstupní 9-pinový Cannon.

## 5.8 Modul se 7-mi segmentovým zobrazovačem



Obr. 19 Modul se se 7-mi segmentovým zobrazovačem

Modul se sedmi segmentovým zobrazovačem je také výstupní modul. Indikuje v sobě sedm výstupních segmentů tvořících libovolnou digitální číslici. Osmou výstupní plochou LED diodou je znaménko „mínus“, které je umístěno před zobrazovanou číslicí. Pro plnou funkčnost modulu musí být připojeny oba výstupní 9-pinový Cannony vedoucí z PLC.

## 6 PŘIPOJENÍ PLC SAIA K SYSTÉMU EDU-MOD

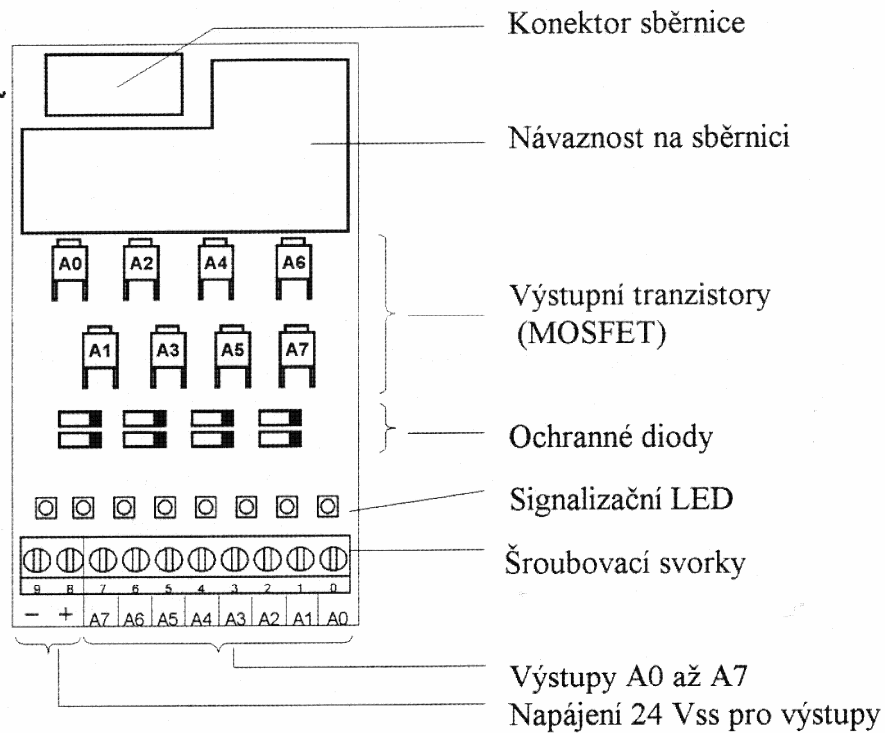
Protože systém EDU-mod je prioritně určen a konstruován pro připojení k PLC Tecomat, ale v laboratoři pro výuku PLC jsou umístěny také PLC Saia, bylo mým dalším úkolem vyřešit připojení výše popsaných modulů i k tomuto typu programovatelného automatu.

Způsob připojení není shodný. Vstupní a výstupní signály EDU-mod jsou vyvedeny na 20 pólový konektor. Tento konektor zajišťuje připojení max. 8 vstupních a 8 výstupních binárních signálů libovolného systému. Proto byl využit modul, který sloučí vstupní a výstupní signály z čtyř koncovek typu Cannon do 20ti pólového konektoru. U modulu bylo nutno analyzovat všechny piny a signály, aby při přepojení z jednoho typu PLC na druhý nedošlo ke zkratu a tím i k zničení některého modelu.

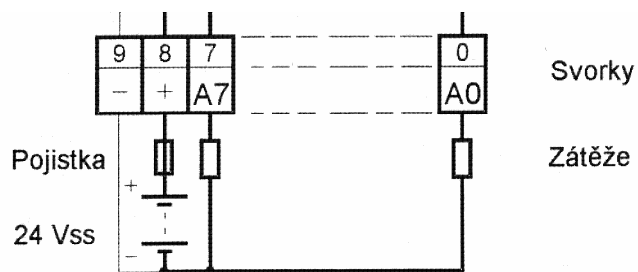
### 6.1 Dvouhodnotový výstupní modul bez oddělení PCD2 A400

#### 6.1.1 Technické parametry

- 8 výstupů bez galvanického oddělení
- Výstupní proud 5 až 500 mA
- 4 A celkový proud na modul
- Napěťový rozsah je 5 až 32 V<sub>ss</sub> pro vyhlazené napětí a 10 až 25 V<sub>ss</sub> pro pulzní napětí
- Úbytek napětí  $\leq 0,5V$  při 500 mA



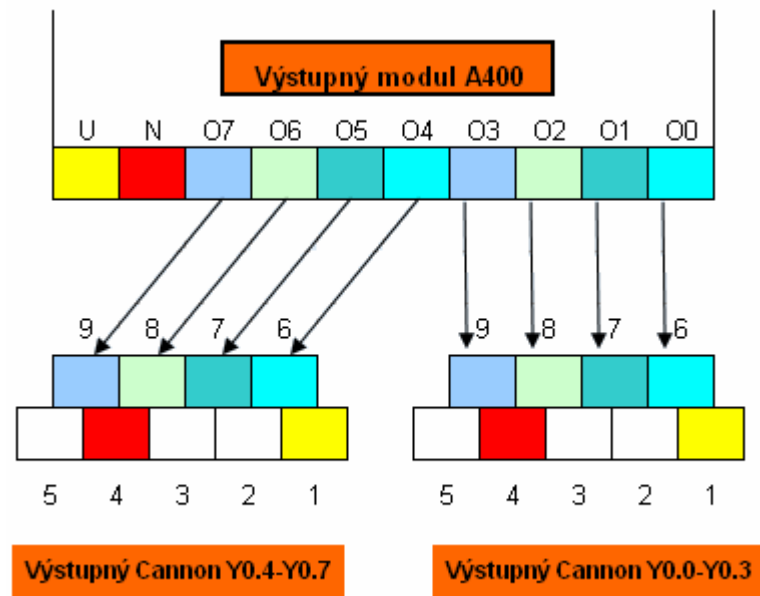
Obr. 20 Rozmístnění obvodů na binárním výstupním modulu



Obr. 21 Princip zapojení výstupů

### 6.1.2 Rozdělení do 9-ti pinových konektorů

Na Obr. 22 vidíme schematický zapojení jednotlivých 9-pinových konektorů z výstupního modulu A400.



Obr. 22 Rozložení binárních výstupů z modulu A400 do dvou 9-pinových konektorů

Pin 1 u obou konektorů slouží na uzemnění (označen žlutou barvou)

Pro uzemnění jsou oba konektory společné na modulu A400 (U).

Pin 4 u obou konektorů slouží pro napájení (označen červenou barvou)

Napájení slouží pro oba konektory společně (N).

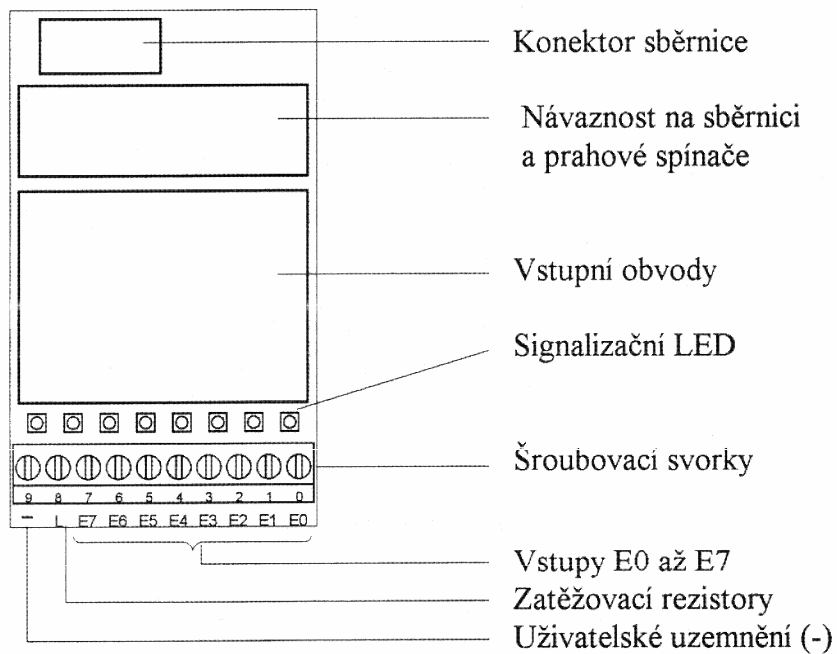
Piny 2,3 a 5 u obou konektorů jsou volné.

Piny 6 – 9 slouží na binární vstupy Y0.0 – Y0.3 resp. Y0.4 – Y0.7

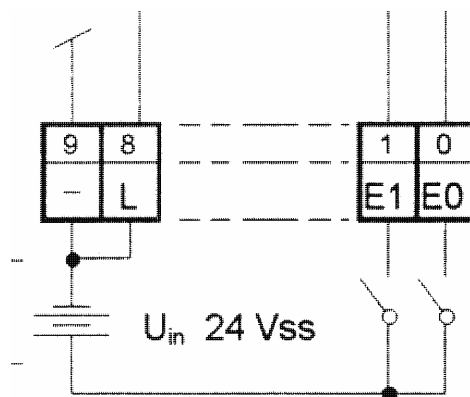
## 6.2 Dvouhodnotový vstupní modul bez oddělení PCD2 E110

### 6.2.1 Technické parametry

- celkem 8 vstupů na modul
- vstupní napětí 24Vss
- vstupní proud 6mA
- typické zpoždění vstupu 8ms



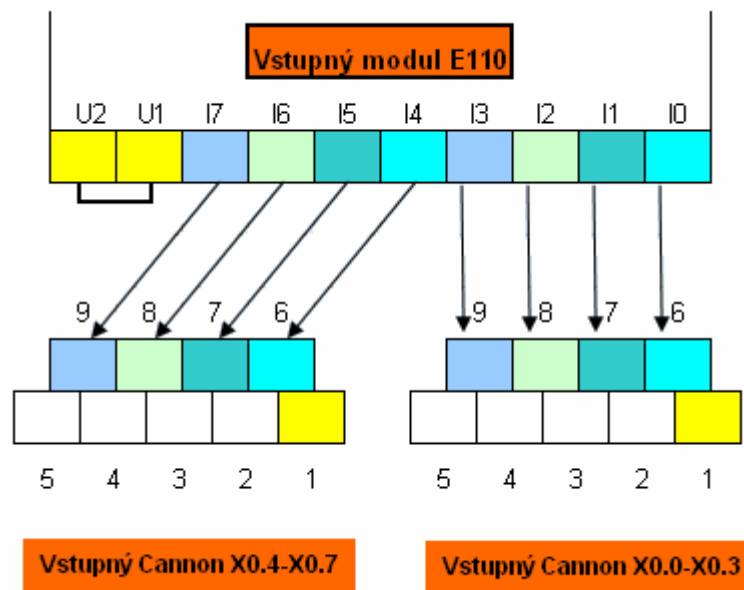
Obr.23 Rozmístnění obvodů na binárním vstupním modulu



Obr. 24 Princip zapojení vstupů

### 6.2.2 Rozdělení do 9-ti pinových konektorů

Další obrázek zobrazuje rozložení vstupů z modulu E110 programovatelného automatu Saia do dvou 9-ti pinových konektorů.



Obr. 25 Rozložení binárních vstupů z modulu E110 do dvou 9-pinových konektorů

Pozice U2 a U1 na modulu E110 jsou vzájemně propojeny.

Pin 1 u obou konektorů slouží na uzemnění (označen žlutou barvou)

Pro uzemnění jsou oba konektory společné na modulu E110 (U1 nebo U2).

Piny 2, 3, 4 a 5 u obou konektorů jsou volné.

Piny 6 – 9 slouží na binární výstupy X0.0 – X0.3 resp. X0.4 – X0.7

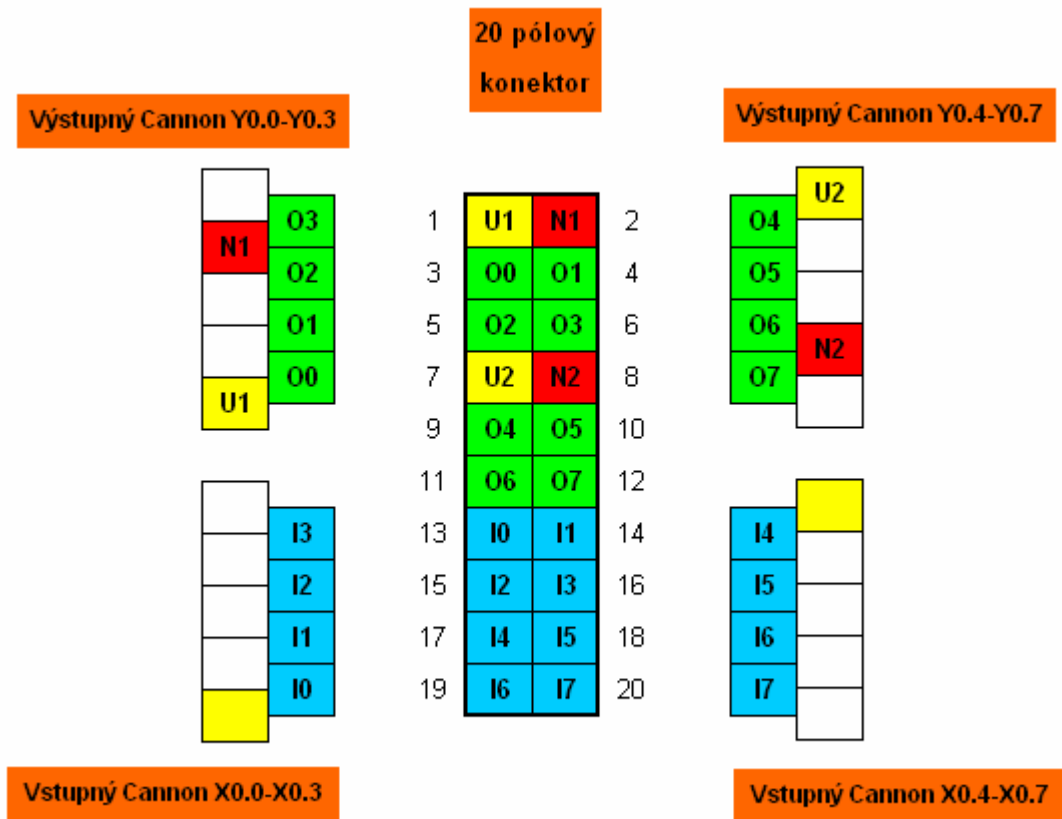
### 6.3 Návrh zapojení

Z PLC Saia vedou celkem čtyři 9-pinový Cannony :

2 z dvouhodnotového výstupního modulu PCD2 A400 - výstupní Cannon Y0.0 – Y0.3 a Cannon Y0.4 - Y0.7, tedy celkem 8 binárních výstupů,

a 2 z dvouhodnotového vstupního modulu PCD2 E110 - vstupní Cannon X0.0 – X0.3 a Cannon X0.4 - X0.7, tedy celkem 8 binárních vstupů .

Schematické zapojení těchto konektorů je vidět na následujícím obrázku.



Obr. 26 Návrh zapojení 20 pólavého konektoru

Napájení 24 Vss, rovněž jako i uzemnění je do 20 pólavého konektoru přivedeno z výstupních Cannonů.



## 7 VZOROVÉ PROTOKOLY A PROGRAMY

Poslední část této bakalářské práce je věnována vzorovým protokolům a příkladům určených pro výuku předmětu.

Pro každý ze čtyř modelů systému EDU-mod (model hydraulické posuvové jednotky, model křížovanky, model mísící jednotky a model automatické pračky) byl vytvořen vzorový protokol. Tyto protokoly jsou uloženy na přiloženém CD. Ke každému modelu jsou také navrženy i další neřešená zadání pro výuku v laboratoři. Zadání jsou řazena podle obtížnosti zadaného úkolu od 1 (nejlehčí) do 5 (nejtěžší). Tato zadání se nacházejí v Příloze IV.

U každého modelu systému EDU-mod se nachází tabulka s popisem jednotlivých vstupních a výstupních konektorů a adresací bitů při použitém výukovém modelu.

## ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce byla příprava laboratoře předmětu Programovatelné automaty. Prvním úkolem bylo zpracování literatury dané vedoucím bakalářské práce do studijních materiálů použitelných pro výuku předmětu. Tyto texty byly rozděleny do třech částí. První část se zabývá programovatelnými automaty obecně. Dále jsou popsány jednotlivé typy nejpoužívanějších programovatelných automatů – PLC Tecno, Saia, Modicon a Omron. Druhý oddíl první části popisuje vizualizaci a vybrané vizualizační programy: Control Web, InTouch a WizCon. Program WizCon se už nyní distribuuje pod názvem Axeda Supervizit. Kompletní první část učebních textů je umístěna v Příloze I. Její stručný výťah je také náplní kapitol 2 a 3 této práce. Druhá část je věnována programování PLC Tecomat. V ní je popsán mimo jiné popis uživatelského programu, uživatelské procesy, struktura uživatelské paměti, direktivy a instrukce. Druhá část se nachází v Příloze II. V třetí části je popsán základ programování PLC Saia. První oddíl se zabývá Sekvenčním programováním, druhý programováním ve FUPLA. Tato část je náplní Přílohy III.

Dalším úkolem bylo sestrojiti desky pro PLC Tecno a Saia. Celkem bylo vyrobeno šest kusů desek. Dvě pro programovatelný automat Tecno TC606 a čtyři pro programovatelný automat Saia PCD2.

Pátá část práce popisuje jednotlivé modely a moduly systému EDU-mod. V této části jsou popsány všechny modely a moduly celého systému.

Tyto modely jsou určeny standardně pro PLC Tecno. Aby bylo možno je připojit také k PLC Saia, byl navržen způsob připojení, který toto umožňuje. Modul však nebyl zkonstruován, proto nebyla možnost si ho vyzkoušet v praxi.

Poslední část práce je věnována vzorovým protokolům a příkladům určených pro výuku předmětu. Na každý ze čtyř modelů systému EDU-mod (model hydraulické posuvové jednotky, model křižovatky, model mísící jednotky a model automatické pračky) byl vytvořen vzorový protokol. Ku každému modelu jsou také navrženy i další zadání pro vypracování protokolů. Tyto zadání jsou řazeny podle obtížnosti zadaného úkolu.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení programovatelnými automaty, Vydavatelství ČVUT, Praha, 1998
- [2] Martinásková, M., Šmejkal, L.: Řízení programovatelnými automaty II, Vydavatelství ČVUT, Praha, 2000
- [3] Šmejkal, L., Martinásková, M.: PLC a automatizace, Nakladatelství BEN - technická literatura, Praha, 1999
- [4] SAIA-Burgess Electronics: Hardware – Řady PCD1 a PCD2. Vydání 26/737 C5, 1998
- [5] Václav Liška : Příprava laboratoře a elektronických opor předmětu Programovatelné automaty, Diplomová práce, FT UTB, Zlín 2005
- [6] Elektronická příručka k programu Control Web 5  
<http://www.mii.cz>
- [7] <http://www.tecomat.cz>
- [8] <http://edumat.hyperlink.cz/edumod.htm>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

AC	Alternating Current
CPU	Central Processing Unit
DC	Direct Current
DCS	Distributed Control System
DDE	Dynamic Data Exchange
EPROM	Electrically Erasable Programmable Read-only Memory
GSM	Global System for Mobile Communications
GUI	Graphic User Interface
HMI	Human-Machine Interface
I/O	Input/Output
IPX/SPX	Internetwork Packet eXchange / Sequenced Packet Exchange
LED	Light Emitting Diode
PA	Programovatelný Automat
PC	Personal Computer
PLC	Programmable Logic Controller
RAM	Random Access Memory
RS	Recommended Standard
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
VFI	Virtual File Interface
VNI	Virtual Network Interface
VPI	Virtual PLC Interface

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1 Blokové schéma PLC .....	11
Obr. 2 Možnost použití systému SAIA.....	17
Obr. 3 Saia PCD2.....	18
Obr. 4 Hlavní deska PCD2 .....	19
Obr. 5 PLC Modicon TSX Micro .....	20
Obr. 6 Zobrazovací jednotka.....	23
Obr. 7 Základní rozměry PLC Omron .....	24
Obr. 8 Profil PLC Omron.....	24
Obr. 9 Možnosti propojení WizPro .....	27
Obr. 10 Deska pro PLC Tecomat.....	31
Obr. 11 Zapojení svorkovnic pro PLC Teco.....	33
Obr. 12 Deska pro PLC Saia.....	33
Obr. 13 Model hydraulické posuvové jednotky .....	36
Obr. 14 Model křižovatky .....	37
Obr. 15 Model mísící jednotky .....	38
Obr. 16 Model automatické pračky.....	39
Obr. 17 Modul se 4 spínači a tlačítky .....	41
Obr. 18 Modul se 4 relé .....	41
Obr. 19 Modul se se 7-mi segmentovým zobrazovačem .....	42
Obr. 20 Rozmístnění obvodů na binárním výstupním modulu.....	44
Obr. 21 Princip zapojení výstupů.....	44
Obr. 22 Rozložení binárních výstupů z modulu A400 do dvou 9-pinových konektorů .....	45
Obr.23 Rozmístnění obvodů na binárním vstupním modulu.....	46
Obr. 24 Princip zapojení vstupů .....	46
Obr. 25 Rozložení binárních vstupů z modulu E110 do dvou 9-pinových konektorů .....	47
Obr. 26 Návrh zapojení 20 pólového konektoru.....	48

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1 Vlastnosti řad PCD1, PCD2, PCD4, PCD6.....	18
Tab. 2 Zapojení jednotlivých pinů u PLC Teco.....	32

## SEZNAM PŘÍLOH

- P I Učební texty
- P II Programování PLC Tecomat
- P III Programování PLC Saia
- P IV Návrhy zadání pro vypracování protokolů