

# **Nové laboratorní úlohy pro předmět Programovatelné automaty**

New laboratory tasks for the course „Programmable automates“

Martin Sobolík

---

Bakalářská práce  
2007

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
Ústav aplikované informatiky  
akademický rok: 2006/2007

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin SOBOLÍK**  
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Informační technologie**

Téma práce: **Nové laboratorní úlohy pro předmět  
Programovatelné automaty**

Zásady pro vypracování:

- 1) Uvedte přehled přenosových technologií a protokolů nejčastěji používaných v průmyslu k propojení dvou zařízení průmyslové automatizace.
- 2) Vytvořte úlohu umožňující studentům naprogramovat operátorský panel ID 07 připojený k PLC Teco. Popište hardwarové propojení a dále vytvořte vzorovou úlohu a protokol z řízení reálného zařízení, při kterém bude operátorský panel využíván.
- 3) Navrhněte úlohu realizující řízení a ovládání aktivních prvků rodinného domku využívající displej k PLC Saia. Podrobně popište propojení PLC -- displej a dále způsob naprogramování operátorského panelu.
- 4) Realizujte laboratorní úlohu, kde bude řídicí programovatelný automat zároveň vystupovat jako webový server prezentující měřené a ovládané veličiny. Popište způsob komunikace.

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. Firemní literatura k produktům firmy Saia Burgess.

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Tomáš Sysala, Ph.D.**

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

**13. února 2007**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**24. května 2007**

Ve Zlíně dne 13. února 2007



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



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

## ABSTRAKT

První část popisuje propojení operátorského panelu ID-07 s PLC Teco Tecomat 600. V další části se práce věnuje propojení operátorského panelu PCD7.D230 od firmy SAIA s PLC PCD2.M110 taktéž od firmy SAIA. Práce se zabývá i využitím integrovaného web serveru PCD3.M5540, který umožňuje řízení pomocí protokolu http. Poslední kapitola popisuje možnosti propojení PLC do sítě. Na všechny tyto případy jsou vypracovány základní laboratorní úlohy.

Klíčová slova:

TECO, Tecomat 600 (601), ID-07, ID-08, SAIA, PCD3.M5540, PCD7.D230, PCD7.D232, PCD7.D4, PCS1.C622, PCD2.M110, PCD2.M120, GSM, PCS1 MC35, operátorské panely, PLC, PG5, Mosaic, PanelMaker, ICS-Praha, SBSys, HMI Editor, WEB Editor, RS-232, RS-485, Ethernet, Master-Slave, Multi-Master, Gateway, komunikace, výměna dat

## ABSTRACT

First part describes a connection of the operators panel ID-07 with a PLC TecoTecomat 600. Next part describes a connection of the operators panel PCD7.D230 with a PLC PCD2.M110 made by company SAIA. Next part describes the use of the internal web server in PCD3.M5540, which enables a control by helping of the http protocol. Last chapter describes possibilities of the connection PLC in network. On all those cases are elaborated base laboratory tasks.

Keywords:

TECO, Tecomat 600 (601), ID-07, ID-08, SAIA, PCD3.M5540, PCD7.D230, PCD7.D232, PCD7.D4, PCS1.C622, PCD2.M110, PCD2.M120, GSM, PCS1 MC35, operators panels, PLC, PG5, Mosaic, PanelMaker, ICS-Praha, SBSys, HMI Editor, WEB Editor, RS-232, RS-485, Ethernet, Master-Slave, Multi-Master, Gateway, a communication, a exchanging of data

Na tomto místě bych rád poděkoval několika lidem, bez jejichž pomoci by tato práce jinak nemohla vzniknout a následně tak pomoci v hodinách předmětu *Programovatelné automaty*.

Poděkování patří mému vedoucímu práce, Ing. Tomáši Sysalovi, PhD. za poskytnutí hardware, Ing. Pavlu Navrátilovi, PhD. taktéž za poskytnutí hardware, Ing. Milanu Adámkovi za poskytnutí pracoviště, Ing. Miroslavovi Symerskému z firmy ICS-Praha za technickou podporu u PLC SAIA, Josefu Lepičovi z firmy SBSys za technickou podporu taktéž u PLC SAIA, panu Luboši Urbanovi z firmy Tecomat za technickou podporu u PLC Teco, Ing. Neumannovi za poskytnutí programátora paměti typu „Eprom“, panu Minaříkovi, Ing. Petrovi Dostálovi a nakonec kolegovi Petrovi Jurčičkovi.

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

Ve Zlíně, 14.5.2007

.....

Podpis

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>11</b>
<b>1 KOMUNIKACE</b> .....	<b>12</b>
1.1 HARDWAROVÉ PROSTŘEDKY.....	12
1.1.1 RS 232 .....	12
1.1.2 USB .....	12
1.1.3 RS 485/422 .....	12
1.1.4 ETHERNET.....	13
1.1.5 Optické spoje.....	13
1.1.6 Bezdrátové vedení .....	13
1.2 KOMUNIKAČNÍ PROTOKOLY .....	14
1.2.1 Profinet.....	14
1.2.2 Ethernet Powerlink.....	15
1.2.3 EtherCAT.....	16
1.2.4 Modbus.....	17
1.2.5 ProfiBus DP .....	18
1.2.6 DeviceNet .....	18
1.2.7 P-Net .....	19
1.2.8 LonWorks .....	20
1.2.9 PXI.....	20
1.2.10 CAN .....	21
1.2.11 Další .....	21
<b>2 SAIA – BURGESS</b> .....	<b>22</b>
2.1 PCD3.M5540 .....	22
2.2 PCS1.C622.....	23
2.3 PCD2.M110 .....	24
2.4 PCD7.D230.....	24
2.5 PCD7.D232.....	25
2.6 PCD7.D4 .....	26
2.7 PG5 .....	27
2.8 HMI EDITOR .....	27
2.9 S-WEB EDITOR .....	28
2.10 WEB BUILDER.....	28
<b>3 TECO</b> .....	<b>29</b>
3.1 TECOMAT 600.....	29

3.2	ID-07 .....	30
3.3	MOSAIC.....	30
3.4	PANELMAKER.....	30
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>31</b>
<b>4</b>	<b>PROPOJENÍ PANELU ID-07 S TECO 600.....</b>	<b>32</b>
4.1	FYZICKÉ PROPOJENÍ .....	32
4.2	SOFTWAREVÉ PROPOJENÍ.....	32
4.3	TVORBA PROGRAMU PRO OPERÁTORSKÝ PANEL .....	35
4.3.1	<i>Vytvoření projektu v PanelMakeru.....</i>	<i>35</i>
4.3.2	<i>Vytvoření struktury menu .....</i>	<i>37</i>
4.3.3	<i>Speciální obsluha displeje.....</i>	<i>43</i>
4.3.4	<i>Výgenerování programového kódu .....</i>	<i>43</i>
<b>5</b>	<b>PROPOJENÍ PANELU PCD7.D230 (PCD7.D232) S PLC SAIA.....</b>	<b>44</b>
5.1	HARDWAROVÉ PROPOJENÍ.....	44
5.2	SOFTWAREVÉ PROPOJENÍ.....	44
5.3	TVORBA PROGRAMU PRO OPERÁTORSKÝ PANEL .....	44
5.4	PŘÍKLAD.....	47
<b>6</b>	<b>WEBOVÝ SERVER.....</b>	<b>52</b>
6.1	S-WEB EDITOR .....	52
6.2	NASTAVENÍ KOMUNIKACE MEZI PLC A PC .....	56
6.3	PCD7.D4 JAKO NÁHRADA PC .....	57
6.4	PŘÍKLAD.....	59
<b>7</b>	<b>OVLÁDÁNÍ SMS .....</b>	<b>64</b>
7.1	NASTAVENÍ GSM MODULU .....	64
7.2	POSÍLÁNÍ SMS .....	65
7.3	PŘÍJEM SMS .....	68
<b>8</b>	<b>SÍŤE.....</b>	<b>74</b>
8.1	KOMUNIKACE MASTER-SLAVE .....	74
8.1.1	<i>Nastavení PCD3.M5540.....</i>	<i>74</i>
8.1.2	<i>Nastavení PCS1.C622 .....</i>	<i>75</i>
8.1.3	<i>Inicializace komunikace .....</i>	<i>76</i>
8.1.4	<i>Vysílání dat.....</i>	<i>76</i>
8.1.5	<i>Přijímání dat .....</i>	<i>77</i>
8.2	KOMUNIKACE MULTI-MASTER .....	78
8.2.1	<i>Nastavení PCD3.M5540.....</i>	<i>78</i>

---

8.2.2	<i>Inicializace komunikace</i> .....	79
8.2.3	<i>Vysílání a přijímání dat</i> .....	80
8.3	FUNKCE GATEWAY .....	80
8.3.1	<i>Programování PLC</i> .....	80
8.3.2	<i>Přenos dat</i> .....	82
<b>9</b>	<b>AMPÉR 2007</b> .....	<b>85</b>
<b>10</b>	<b>NÁVRHY A DOPORUČENÍ</b> .....	<b>86</b>
	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>87</b>
	<b>ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ</b> .....	<b>88</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>89</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>91</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>92</b>



## ÚVOD

Cílem této práce je vytvořit nové laboratorní úlohy pro předmět *Programovatelné automaty*.

V první kapitole teoretické části se práce zabývá stručným přehledem přenosových technologií a protokoly.

V další kapitole je potom uveden přehled použitých přístrojů a programovacích prostředí, které jsou využity v laboratorních úlohách.

V první kapitole praktické části se práce zaměřuje na princip zapojení operátorského panelu ID-07 a PLC Teco 600. Následně je pak uveden popis, jak vytvořit prvky programu pro operátorský panel. Laboratorní úloha spočívá ve vytvoření programu pro ovládání modelu hydraulické posunové jednotky právě pomocí operátorského panelu.

V další kapitole se práce věnuje už pouze produktům značky SAIA. Rozsah laboratorních úloh zde bude vzhledem k velkému počtu produktů samozřejmě větší. Jedná se o dva automaty PCD3.M5540 ve verzi „Workshop“, PCS1.C622 s GSM modulem MC35 a několik PCD2.M110 (M120), operátorské panely PCD7.D230 a dva PCD7.D232 a o tzv. MicroBrowser s dotykovou obrazovkou PCD7.D4. Hlavní laboratorní úloha spočívá ve využití operátorského panelu PCD7.D230 společně s PCD2.M110 pro ovládání modelu automatické pračky. Další kapitola seznamuje s principy využití integrovaného web serveru ve stanicích PCD3.M5540, který umožňuje pomocí webového klienta ovládat PLC. Další kapitola má za úkol studenta seznámit s principy ovládání PLC pomocí SMS zpráv, kde se využívá GSM modul MC35 v PCS1.C622. Další kapitola se pak už týká především zapojování PLC do sítě, které se v praxi velmi hojně používá. Student si vyzkouší jak komunikaci po RS 485, tak i po Ethernetu. V případě RS 485 se bude jednat o komunikaci Master-Slave, u Ethernetu se bude jednat o typ Multi-Master. Student se taktéž seznámí s funkcí Gateway, která umožňuje průchod dat i programovacích služeb přes sítě různých typů. To v praxi znamená, že například z jednoho počítače je možné programovat více PLC za pomoci jen jednoho připojení k PLC, které zajišťuje přístup k ostatním PLC v síti, což velmi usnadňuje práci.

Bonusovou laboratorní úlohou na závěr bude propojení všech dostupných PCD2.M110 (M120) v laboratoři programovatelných automatů do jedné sítě pomocí RS-485 v kombinaci se dvěma PCD3.M5540 zapojených do sítě přes Ethernet s možností ovládání

třemi operátorskými panely, 1 microbrowserem, mobilním telefonem, nebo přes stolní počítač!

Práce předpokládá, že student je seznámen se základními principy programování v IL a vytváření projektů v prostředí Mosaic v případě automatů Teco. V případě automatů SAIA se předpokládá znalost programování v IL, FBD, SFC, vytváření projektů a nastavování vlastností PLC v PG5.

## **I TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 KOMUNIKACE

### 1.1 Hardwarové prostředky

#### 1.1.1 RS 232

Jedná se o velmi známý typ propojení jak u běžných PC, tak i u průmyslových zařízení. U běžných PC však tento typ propojení začíná velmi rychle nahrazovat USB a již u některých PC ani port RS-232 nenajdeme a je potom třeba využít převodníku „USB -> RS-232“. Jeden z typů těchto převodníků byl použit i při našich úkolech a jeho fotografií i popis instalace je uveden v samostatné příloze v kapitole *Manuály -> Instalace redukce USB na sériový port*. V kompletním zapojení standard RS-232 používá celkem 25 vodičů, avšak pro některé jednoduché aplikace postačují pouze 3 vodiče (TXD, RXD, 0V(zem)). Maximální délka propojení může být až 15m, ve výjimečných případech až 50m, avšak za cenu pomalé přenosové rychlosti. Při zapojování se využívají konektory Canon 9 nebo Canon 25.

#### 1.1.2 USB

USB znamená ve zkratce „Universal Serial Bus“. Jak již bylo uvedeno v předchozím odstavci, v dnešní době začíná zcela nahrazovat RS-232. Tento stav je dán jeho nespornými výhodami v podobě vyšší přenosové rychlosti, možnost vytvářet složité struktury zapojení, možností přes USB napájet cílové zařízení, atd.. Komunikační vzdálenost by neměla přesáhnout 5m, napájení je 5V a komunikační rychlost se pohybuje od 1,5Mbit/s do 480Mbit/s. Používají se konektory 2 typů, a konkrétně sice typ A určený pro počítač a konektor typu B určený pro koncová zařízení (digitální fotoaparát, tiskárna, atd..).

#### 1.1.3 RS 485/422

V průmyslu velmi často používaný typ propojení. Jeho velkému rozšíření velmi pomohlo to, že délka jednoho segmentu může mít až 1200m, což je v rozsáhlých průmyslových halách velmi důležité. Navíc disponuje i vyšší přenosovou rychlostí než sériové rozhraní. Pro propojení se používají nejčastěji kroucené, stíněné kabely s impedancí 120Ω. Nezbytné pak je, aby oba dva konce vedení byly zakončeny odpory taktéž o hodnotě 120Ω. Další výhodou je, že segment můžeme postupně prodlužovat

pomocí opakovačů. Taktéž je možné využít optického kabelu, kdy však je pak nutné použít převodník „RS 485/optika“ a v tomto případě pak může mít délka segmentu i několik kilometrů. RS 422 je pak pouze modifikací RS 485 v tom smyslu, kdy je umožněn přenos dat v obou směrech (tzv. Full Duplex).

#### **1.1.4 ETHERNET**

Nyní se dostáváme k nejdůležitějšímu typu komunikace, a sice po tzv. kroucené dvoulince, nebo-li Ethernetu. V dnešní době na tento typ komunikace začíná postupně přecházet (pokud je to výhodné) většina moderních výrobců PLC, snímačů, senzorů, atd.. Výhody jsou nesporné. Vysoká rychlost, variabilita, vysoká délka jednotlivých segmentů, atd.. Komunikační rychlost se pohybuje od 10Mbit/s po 1000Mbit/s. Délka segmentů se pohybuje od 10m až po několik km (v případě použití optického kabelu). Používají se konektory typu RJ-45 a kabely se dělí na přímé a křížené.

#### **1.1.5 Optické spoje**

Optické spoje mají velkou budoucnost, neboť umožňují přenášet data vysokou rychlostí na obrovské vzdálenosti (několik desítek kilometrů). Existují 2 druhy optických vláken, a sice jednovidová a vícevidová. Každé z nich mají své druhy výhod a nevýhod z hlediska přenosové rychlosti a délky přenosové vzdálenosti. Existují i tzv. transceivery z jednoho typu vedení na optické a zpět. Tohoto se využívá v průmyslu na příklad v případě, kdy výrobní haly jsou od sebe hodně vzdáleny, tak se například 2 sítě RS-485 spolu propojí přes optický spoj.

#### **1.1.6 Bezdrátové vedení**

Do bezdrátových vedení se řadí několik technologií a jejich společným jmenovatelem je to, že není potřeba fyzického propojení. Mezi tyto technologie se řadí IrDa, WiFi, Wimax, BlueTooth, GSM.

V této bakalářské práci byla mimo jiné použita bezdrátové technologie použita GSM síť pro přenos dat

## 1.2 Komunikační protokoly

### 1.2.1 Profinet

Profinet je otevřený komunikační standard mezinárodní organizace Profibus International (PI), založený na standardu Ethernet. Je ideálním řešením pro nasazení systému průmyslový Ethernet v automatizaci.[1]

Profinet je společným, do budoucna orientovaným pokračováním úspěšných sběrniceových a komunikačních systémů Profibus a průmyslový Ethernet. Integruje zkušenosti získané z nasazení systému Profibus, úspěšné a zavedené průmyslové sběrnice (fieldbus), i systému průmyslový Ethernet jako komunikační sběrnice pro vyšší úrovně řídicích systémů a úrovní manažerských systémů s přenosy větších datových objemů.[1]

Profinet nabízí jednotné a ucelené řešení pro veškeré požadavky průmyslové automatizace. Uživatelům poskytuje odstupňovanou komunikační architekturu, pokrývající celý rozsah podnikové automatizace od časově nenáročných průmyslových procesů až po specifické nároky aplikací z oblasti řízení pohybu. Řešení využívající přenos dat na základě standardu Profinet mají tyto výhody [1]:

- komunikace mezi logickými programovatelnými automaty v distribuovaných systémech (distribuovaná inteligence), [1]
- komunikace mezi distribuovanou přístrojovou technikou, jako jsou vzdálené v/v, pohony apod., [1]
- izochronní komunikace v aplikacích pro řízení pohybu, [1]
- jasná pravidla pro návrh a instalaci se standardizovanými konektory a síťovými komponentami, [1]
- vzdálená údržba a diagnostika po síti prostřednictvím zavedených standardů informační techniky (např. SNMP), [1]
- jednoduchá integrace stávajících řešení na bázi sítí Profibus do nových struktur Profinet (tzn. garantovaná ochrana investic). [1]

Profinet je založen na standardech informační techniky, jako je např. TCP/IP, ale pro účely provozní automatizace poskytuje také možnosti komunikace v reálném čase prostřednictvím technologie RT (*real-time*). [1]

Celý systém pak uzavírá izochronní komunikace IRT (*Isochronous Real-Time*) určená pro velmi výkonné úlohy řízení pohybu, který vyžaduje přísně deterministické chování. Díky

takto odstupňované komunikační architektuře je možné tyto protokoly bez jakýchkoliv omezení kombinovat. Profinet tedy nabízí otevřený standard komunikace (umožňující např. diagnostiku či připojení na síť Internet) a současně komunikaci v reálném čase. [1]

Profinet definuje objektový model pro distribuovaná automatizační řešení, který umožňuje vývoj různorodých aplikací a integruje zařízení od různých výrobců do jediného kompaktního systému. Jednotné automatizační řešení na bázi jednotného komunikačního standardu pro všechny úrovně průmyslové automatizace (od systémů kategorie MES přes technologie logických programovatelných automatů až k distribuovaným systémům s odezvou v reálném čase) je totiž neustále velmi lákavou představou a právě Profinet dokáže takové řešení nabídnout. [1]

### 1.2.2 Ethernet Powerlink

Systém Ethernet Powerlink představila společnost B&R v roce 2001. Jeho cílem bylo nabídnout standardní Ethernet s funkcemi reálného času a umožnit univerzální řešení pro všechny včetně náročných aplikací s pohybem. Později vyhlásilo sdružení EPSG (Ethernet Powerlink Standardization Group) specifikaci systému Ethernet Powerlink a převzalo zodpovědnost za jeho otevřenost, neustálé vylepšování a nezávislost.[2]

Ethernet Powerlink je důsledně cyklický protokol organizující přístup k síti i synchronizaci zařízení. Přesnost cyklu dosahuje hodnot pod 1  $\mu$ s. Komunikační cyklus je rozdělen na isochronní fázi pro kritická data a asynchronní fázi pro přenos dat ad-hoc. Všechna zařízení v síti mohou v každém okamžiku přímo číst všechna data od ostatních zařízení. Oklika přes hlavní jednotku sběrnice (jako u systému EtherCAT) není zapotřebí. Tento protokol je vhodný stejně tak pro centralizované i pro decentralizované koncepce řízení. [2]

Elektrické vlastnosti a všechny datové pakety odpovídají standardu Ethernet. Síť Ethernet Powerlink například přenáší data asynchronní fáze jako standardní telegramy IP. Implementace není nákladná, protože je možné využít kterýkoli současně dostupný obvod Ethernet. Je možné dosažení extrémně krátkých cyklů až 100  $\mu$ s. [2]

Interoperabilita zařízení různých výrobců je zajištěna využitím fyzické struktury 100Base-T a její integrací s rozšířenými komunikačními profily a profily zařízení CANopen. K analýze sítě poslouží běžně dostupné komerční i sharewarové nástroje ze světa informačních technologií, které není třeba upravovat. Na rozdíl od ostatních tří metod jsou všechny datové pakety bez omezení viditelné a dostupné v kterémkoli bodě sítě. [2]

System Ethernet Powerlink podporuje více než 300 společností na celém světě. Funguje více než 100 000 uzlů v sériově vyráběných strojích a systémech v mnoha oborech. Mnoho předních společností již nyní nabízí hotové výrobky a služby. Tento protokol se odlišuje také snadnou aplikací bez potřeby speciálních znalostí o sítích. Kromě skvělých vlastností pro práci v reálném čase byl Ethernet Powerlink nedávno rozšířen i o vrstvu protokolu EPLsafety pro aplikace náročné na bezpečnost (podle normy IEC 61508 do kategorie SIL 3, s omezením včetně kategorie SIL 4). [2]

Základní myšlenkou systému Ethernet Powerlinku je nalezení rovnováhy mezi obecnými požadavky automatizace a požadavky specifickými pro konkrétní oblast použití. To vede k široce akceptovanému řešení, které lze realizovat za velmi krátkou dobu. Ethernet Powerlink zajišťuje výrobcům a uživatelům rychlý vstup na trh a dosud je na trhu jediným sériově dodávaným systémem průmyslového standardu Ethernet. [2]

### 1.2.3 EtherCAT

Síť EtherCAT, vyvinutá na základě sběrnice Lightbus, je firmou Beckhoff vyzdvižována jako nejrychlejší dostupný systém průmyslové sítě Ethernet. Prohlášení o schopnosti zpracovat 1 000 vstupů a výstupů za 30  $\mu$ s nebo 100 os za 100  $\mu$ s je smělé a je třeba ho podrobně analyzovat. [2]

Hlavní jednotka sběrnice (Bus-Master) řídí komunikaci všech zařízení v síti uspořádané do kruhu. V každém cyklu si zařízení vyčte odpovídající výstupní data z ethernetových datových paketů posílaných hlavní jednotkou sběrnice. Vstupní data jsou do paketů vkládána také „průběžně“; pakety se po oběhnutí kruhu vracejí do hlavní jednotky sběrnice. Tento systém byl navrhován pro architekturu s ústředními řídicími jednotkami a jednoduchými koncovými zařízeními. EtherCAT není vhodný pro systémy s distribuovanou inteligencí. Jednotlivá zařízení spolu mohou komunikovat pouze oklikou přes hlavní jednotku sběrnice. Nutné použití kruhové struktury znamená, že hvězdicové síť lze používat pouze omezeně. [2]

Tento přístup na sběrnici lze realizovat pouze se zákaznickými obvody firmy Beckhoff. Ty však přes několik ohlášení stále ještě nejsou dostupné. První používané prototypy zařízení byly realizovány na základě nákladných obvodů FPGA. Pro výrobce čidel a akčních členů citlivých na ceny to není ekonomické řešení. [2]



Sítě EtherCAT sice používají pakety Ethernet, ale se standardem Ethernet nemají kromě tohoto faktu téměř nic společného. Jednotlivá zařízení nelze používat v běžných sítích, protože nepoužívají adresy MAC. Dokonce i protokoly vycházející z protokolu IP musejí být konvertovány a virtuálně směrovány. V proklamovaných údajích o výkonu sběrnice není zohledněn přenos asynchronních dat pro parametrizaci a diagnostické účely. [2]

Kromě specifikace na bázi fyzické vrstvy Ethernet 100Base-T byla vytvořena i sběrnice E-bus, aby na úkor odolnosti proti rušení a galvanického oddělení bylo možné ušetřit součástky a vyhnout se zpoždění paketu přibližně 1  $\mu$ s v každém zařízení. Pokud by oněch 100 os uvedených na začátku této části bylo rozmístěno ve standardní struktuře, zabralo by 100  $\mu$ s pouze odhadovaná zpoždění samotných vlastních zařízení. Proto musí být minimální možný cyklus v odpovídající míře vyšší. [2]

Další nejasnosti pocházejí z integrace této metody s komunikačními profily Beckhoff ADS, CANopen a Sercos, s výhledem na další. Nejprve je třeba osvětlit, zda je zaručena vzájemná spolupráce zařízení od různých výrobců, bez ohledu na to, zda budou podporovat stejný profil nebo stejnou fyzickou vrstvu (E-bus nebo 100Base-T). Pro dosažení 100% interoperability by výrobci zařízení museli investovat čas a prostředky do všech možných variant. [2]

EtherCAT je tedy novou průmyslovou sběrnici, která má jisté prvky sítě Ethernet. Technologie byla firmou Beckhoff částečně zveřejněna a je chráněna několika patenty. To, zda tato síť bude v širší míře přijata, bude záviset především na její dostupnosti, ceně a analýze rizik z hlediska zákaznických obvodů Beckhoff. [2]

#### 1.2.4 Modbus

MODBUS je komunikační protokol na úrovni aplikační vrstvy ISO/OSI modelu, umožňující komunikaci typu klient-server mezi zařízeními na různých typech sítí a sběrnic. Byl vytvořen firmou MODICON v roce 1979. V současné době je podporována celá řada komunikačních médií, například RS-232, RS 485/RS 422, optické a rádiové sítě nebo síť Ethernet s využitím protokolu TCP/IP. Komunikace probíhá metodou požadavek-odpověď a požadovaná funkce je specifikována pomocí kódu funkce, jež je součástí požadavku. Protokol MODBUS definuje strukturu zprávy na úrovni protokolu (PDU – Protocol Data Unit) nezávisle na typu komunikační vrstvy. V závislosti na typu sítě, na které je protokol použit, je PDU rozšířena o další části a tvoří tak zprávu na aplikační úrovni (ADU –

Application Data Unit). Kód funkce udává serveru jaký druh operace má provést. Rozsah kódů je 1 až 255, přičemž kódy 128 až 255 jsou vyhrazeny pro oznámení záporné odpovědi (chyby). Některé kódy funkcí obsahují i kód podfunkce upřesňující blíže požadovanou operaci. Obsah datové části zprávy poslané klientem slouží serveru k uskutečnění operace určené kódem funkce. Obsahem může být například adresa a počet vstupů, které má server přečíst nebo hodnota registrů, které má server zapsat. U některých funkcí nejsou pro provedení operace zapotřebí další data a v tom případě může datová část ve zprávě úplně chybět. Pokud při provádění požadované operace nedojde k chybě, odpoví server zprávou, která v poli Kód funkce obsahuje kód provedené (požadované) funkce jako indikaci úspěšného vykonání požadavku. V datové části odpovědi předá server klientovi požadovaná data (pokud jsou nějaká). Pokud při vykonávání požadované operace dojde k chybě, je v poli Kód funkce vrácen kód požadované funkce s nastaveným nejvyšším bitem indikujícím neúspěch (exception response). V datové části je vrácen chybový kód (exception code) upřesňující důvod neúspěchu.[3]

### 1.2.5 ProfiBus DP

Profibus DP je nejpoužívanější z Profibusů. Slouží pro rychlou cyklickou komunikaci mezi PLC a jejich decentralizovanými vstupy a výstupy. Síť může být typu monomaster nebo multimaster. Při konfiguraci sítě monomaster je řízení typu master/slave, při multimaster si jednotlivé řídicí jednotky umožňují přístup na sběrnici metodou token passing, a komunikace mezi řídicí jednotkou, která vlastní token a podřízenou je opět master/slave. Profibus DP je vybaven diagnostickými funkcemi pro monitorování stavu systému z hlediska spolehlivosti a bezpečnosti. Přenosové médium může být stíněná kroucená dvojlinka (RS-485) nebo optické vlákno. Topologie sítě je sběrnice. Na jeden segment sítě je možno připojit až 32 zařízení (aktivních/pasivních). Pro připojení více zařízení je nutno použít opakovače. Maximálně však 127 připojitelných zařízení.[4]

### 1.2.6 DeviceNet

Sběrnice DeviceNet patří dnes mezi nejrozšířenější sběrnice a je součástí většiny známých PLC a PAC systémů. Vyznačuje se napájením po sběrnici, přepínatelnou přenosovou rychlostí až 500 kB/s a nezvyklým komunikačním modelem poskytovatel/zákazník. To zaručuje vysokou průchodnost dat sítí.[5]

DeviceNet je digitální, vícesběrníková síť, která primárně slouží jako komunikační síť mezi průmyslovými řídicími systémy (PLC, PAC, Embedded PC) a ostatní I/O zařízení. Každé připojené zařízení v síti lze označovat jako jeden uzel (node) a komunikační hierarchie je postavena na OSI modelu (Open Systems Interconnection model). DeviceNet komunikace pracuje na ojedinělém principu poskytovatel/příjemce, což umožňuje podporu mnoha komunikačních hierarchií a širokou prioritizaci komunikace a přenosu dat mezi zařízeními. Síť může být nakonfigurována pro komunikaci stylem Master-Slave nebo jako distribuovaná řídicí architektura komunikující přímým stylem peer-to-peer. Výhodou je pak možnost napájení jednotek přímo po sběrnici. Komunikační standard DeviceNet pro svůj účel využívá standard CAN (Controller Area Network) na úrovni 2. vrstvy (linkové) OSI modelu a standard CIP™ (Common Industrial Protocol) pro 5. a vyšší vrstvy OSI modelu. [5]

### 1.2.7 P-Net

P-NET je univerzální sběrnice, která je však nejvíce vhodná pro automatizační procesy s distribuovaným řízením a zpracováním dat. Standard definuje velmi zajímavý princip přístupu na sběrnici současně až pro několik desítek jednotek Master a zajímavě řešenou multisběrníkovou strukturu pro rozsáhlé aplikace.[6]

P-NET je průmyslová sběrnice vytvořená dánskou firmou Proces-Data AS a navržena pro distribuované automatizační procesy a vzájemnou komunikaci zařízení, jakými jsou například počítače, inteligentní senzory, akční členy, I/O moduly, kontroléry, PLC, PAC, Embedded PC apod. Je vhodná pro digitální přenos dat ( např. naměřené hodnoty senzorů, signály pro řízení ventilů apod.), pro sběr dat, dálkové konfigurace uzlů / senzorů a download a změny jejich aplikačních programů. Díky možnosti použití multisběrníkové (Multi-Bus) struktury je sběrnice vhodná jak pro malé provozy, tak i pro rozsáhlé továrny s mnoha stovkami připojených senzorů, PLC a moduly. [6]

Základní parametry sběrnice byly již definovány v roce 1983, ale až v roce 1987 byla definována multisběrníková struktura a kompletní standard byl vypuštěn v roce 1989. Díky velkému celosvětovému rozšíření byl standard v roce 1996 přijat jako evropský standard " P-NET - the European Fieldbus Standard EN 50170, Volume 1 ".[6]

### 1.2.8 LonWorks

Technologie LonWorks nabízí univerzální komunikaci po libovolném vedení včetně RS-485, síťového rozvodu 230V nebo kabelové televize. Tím je vhodný nejen pro řízení spotřebičů a automatizaci budov (klimatizace, topení, světlo apod.), ale i dálkové odečty měřičů energií nebo regulaci v průmyslu. Obecné informace o vlastnostech a možnosti použití této sítě se dozvíte v následujícím úvodním článku.[7]

Technologii LonWorks vyvinula firma Echelon v letech 1989 až 1992 ve spolupráci s firmami Toshiba a Motorola, přičemž v roce 1992 byla uvedena na trh. Ta vychází z obecné definice sítě zvané Local Operating Networks (LON), tj. místní datová síť. Ty jsou obecně složeny z inteligentních zařízení a uzlů, které jsou propojeny jedním či více komunikačními médii a komunikují spolu jedním komunikačním protokolem. Uzly jsou naprogramovány na vysílání zpráv při změně různých stavů a podmínek nebo jako reakci na přijatou zprávu. Samotný Echelon nabízí velké množství hardwarových i softwarových komponent pro vystavění distribuované sítě LonWorks. Technologie je však již přijata mnoha výrobci a komponenty dnes už vyrábí a podporuje i tisíce dalších firem (okolo 3000 firem po celém světě) včetně výrobců a distributorů v ČR.[7]

### 1.2.9 PXI

Standard PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) je otevřená platforma pro programovatelné automaty v oblasti měřících a automatizačních systémů. Protože je založená na hardwaru i softwaru objevující se v současných PC, poskytuje velký výkon za nízkou cenu. [8]

PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) je platforma založená na PC pro měřící a automatizační systémy. PXI totiž kombinuje parametry a vlastnosti klasické sběrnice PCI s modulárním Eurocard mechanickým provedením tzv. Compact PCI a přidávají specializované synchronizační sběrnice. Spolu se softwarem vytváří vysoce výkonnou a přitom finančně nenáročnou platformu pro měření a regulaci (MaR), v takových oblastech jakými jsou testovací linky, vojenský a letecký průmysl, systémy monitorování, automobilový průmysl a průmyslové řízení a testování. Standard PXI pro programovatelné automaty byl vyvinut v roce 1997 a od roku 1998 je možné se s ním setkat v reálných aplikacích. PXI průmyslový standard je zastřešován organizací PXISA (PXI Systems Alliance - [www.pxisa.org](http://www.pxisa.org)).[8]

### 1.2.10 CAN

Controller Area Network ve zkratce CAN je velmi zdařilá sběrnice pro kterou byla vyvinuta řada komunikačních standardů. Zřejmě nejzdařilejším je vyšší komunikační protokol CANopen definovaný organizací CiA (*CAN in Automation*) založenou sdružením výrobců a uživatelů CAN sběrnice. Organizace CiA vydala specifikaci CiA DS 301, která byla od verze 4.01 byla přijata jako norma EN 50325-4. Jedná se o široce konfigurovatelný standardní protokol pro vestavné řídicí sítě pro stroje a zařízení. V současné době je využíván v mnoha rozličných odvětvích v průmyslu, v lékařské technice, automobilech, námořních systémech, ve veřejné dopravě, při automatizaci ve stavebnictví.[9]

### 1.2.11 Další

- KNX
- LIN
- Dali
- EnOcean
- BACnet
- MP-Bus
- EIB
- LON
- JCI N2 Bus

## 2 SAIA – BURGESS

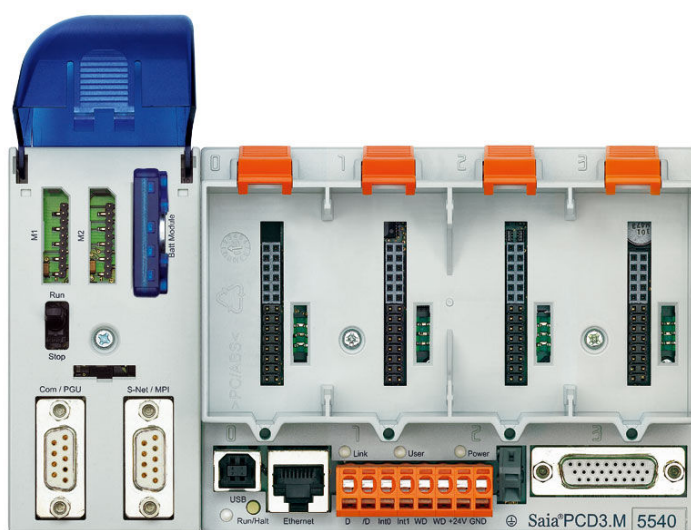
Tato zahraniční firma se sídlem ve Švýcarsku má už dlouholeté a bohaté zkušenosti s vývojem a výrobou programovatelných automatů. V dnešní době má celkem 3 řady a z každé z nich cca 7-8 modelů automatů. Samozřejmě se nezabývá pouze vývojem automatů, ale i dalších příslušných produktů, jako jsou například operátorské panely, dotykové panely, měřicí přístroje, servomotory, pokojové kontroléry, atd..

### 2.1 PCD3.M5540

Jedná se o nejvyšší a nejlépe vybavený model série PCD3 (Obr. 1). V našem případě se navíc jedná o tzv „Workshop“ model, který je navíc vybaven speciálním modulem pro manuální ovládání binárních i analogových vstupů a pro optickou vizualizaci binárních i analogových výstupů.

Technické a komunikační možnosti:

- 1 x rozhraní TCP/IP, 1 x rozhraní RS 232, 1 x rozhraní RS 485, 1 x rozhraní RS 485/S Net, 1 x rozhraní USB 1.1
- pomocí rozšiřujících modulů je možno zapojit až 1023 I/O
- 512kB uživatelská paměť RAM, 256kB Flash EPROM pro zajištění uživatelských dat, 1MB volitelná karta Flash EPROM (PCD7.R500) pro zálohu uživatelského programu



Obrázek 1: SAIA PCD3.M5540

## 2.2 PCS1.C622

Jedná se na pohled o relativně jednoduchý model PLC (Obr. 2), který se však vyznačuje svojí velkou vnitřní pamětí 1MB + dalších 895kB na textová data, atd.. Dodává se ve dvou provedeních, a sice C622, a nebo C822. Hlavní rozdíl mezi nimi je především podporovaný počet vstupů a výstupů, chybějící rozhraní LonWorks, atd..V našem případě je však doplněn o interní GSM modul MC35 a dále o přepínací pole, které nám umožňuje v případě poruchy manuálně ovládat některé binární i analogové výstupy. PCS1 je možné na přání dodat i s integrovaným operátorským panelem typu PCD7.D230. V našem případě je však z praktických důvodů dodán zvlášť.



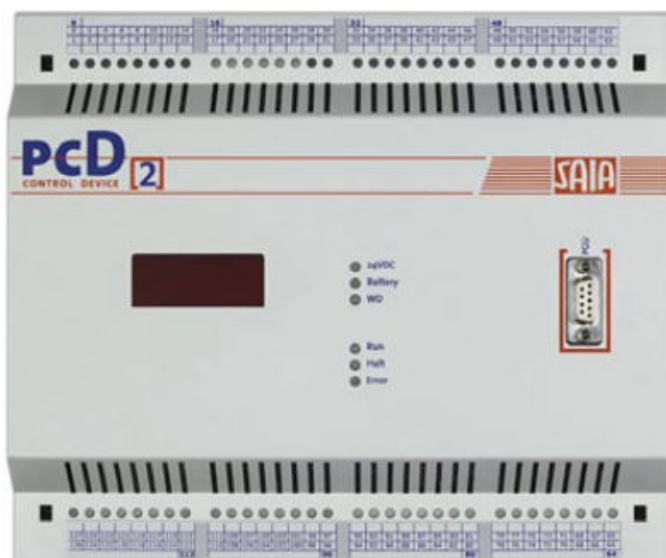
Obrázek 2: SAIA PCS1.C622

### 2.3 PCD2.M110

Jedná se o starší model PLC (Obr. 3), který se ale dodnes velmi často používá. V laboratořích programovatelných automatů se těchto automatů nachází celkem šest s pamětí 32kB.

Technické a komunikační možnosti:

- Až 128 I/O
- 32kB – 128kB paměť
- Možnost rozšíření až na 512kB (v závislosti na typu hardware)
- 1 x PGU/ RS 232 / RS 485



Obrázek 3: SAIA PCD2.M110

### 2.4 PCD7.D230

Tento panel (Obr. 4) je druhý nejjednodušší verzí operátorského panelu z této série. Je vybaven 8-řádkovým displejem po 20 znacích. Ovládání je zajištěno pouze jedním kruhovým ovladačem s možností potvrzení stiskem. Jeho jediné zásadní omezení je v tom, že neumožňuje zaheslovaný přístup do jednotlivých úrovní menu tak, jak to umožňuje níže uvedený typ PCD7.D232.





Obrázek 4: Operátorský panel PCD7.D230

## 2.5 PCD7.D232

PCD7.D232 (Obr. 5-6) je další z typů operátorských panelů vyráběných firmou SAIA-Burgess. Tento operátorský panel patří mezi relativně už lepší modely, neboť disponuje číselnou klávesnicí, funkčními klávesy F1-F8 a dále navigačními tlačítky. Displej je navíc dobře podsvícen a umožňuje změnu kontrastu. Všechny tyto parametry jej předurčují k velice pohodlnému ovládání, které je navíc podpořeno velkým grafickým 8-řádkovým displejem po 20 znacích.



Obrázek 5: PCD7.D232



Obrázek 6: Detaily PCD7.D232

## 2.6 PCD7.D4

Jedná se o tzv. webový panel s microbrowserem (Obr. 7), který umožňuje zobrazit webové stránky jak ze svého vlastního integrovaného webového serveru, tak i z dalších PLC v síti. Díky dotykové obrazovce je ovládnání velmi snadné. V případě častého psaní textů je však možno připojit k panelu externí klávesnici díky PS/2 portu. USB port slouží pouze pro download novější verze „Firmware“. Pro komunikaci s PLC se nejčastěji využívá síťový kabel, je však možné použít i RS 485. Velkou výhodou je, že panel má svou vlastní paměť, resp. 4MB, do které je možné nahrát soubory s obrázky, které používá webový server PLC. Díky tomu se ušetří paměťové místo v PLC, které se tak může použít pro uživatelský program. Pokud by však ani tato paměť nestačila, je možné jí doplnit pomocí paměťové karty pomocí zvláštního modulu. Displej podporuje 256 barev.



Obrázek 7: MicroBrowser PCD7.D4

## 2.7 PG5

PG5 je programovací komplet pro podporu programování automatů SAIA PCDx. Výrobce deklaruje, že programy vytvořené v PG5 budou fungovat ve všech typech automatů (samozřejmě za splnění jistých podmínek). Při programování byla využita úplně nejnovější verze 1.4.130 včetně opravného PATCH. Instalace programu Mosaic je popsána v samostatné příloze v kapitole *Manuály -> Instalace programu Mosaic*



Obrázek 8: Logo programu PG5

## 2.8 HMI Editor

Tento editor slouží výhradně pro tvorbu aplikací pro operátorské panely, v našem případě PCD7.D232 a PCD7.D230. Jeho instalace proběhne současně s instalací samotné PG5, tudíž není třeba jej zvlášť instalovat. Soubory vytvořené tímto programem mají

koncovku .hmi (Human Machine Interface, neboli rozhraní mezi strojem a člověkem) a obsahují v sobě jak technické nastavení komunikace, typ panelu, tak i samotnou logiku ovládání, tzn. veškerá strukturovaná menu, popisky, texty, proměnné, atd..

**Upozornění:** V případě instalace starší verze PG5, např. 1.3.120 není standardní součástí instalace programu „HMI Editor“. V tomto případě je tuto aplikaci potřeba instalovat dodatečně.

## 2.9 S-WEB Editor

Jedná se o placenou součást programového prostředí PG5. Tento editor je možné získat ve dvou variantách, a sice ve verzi Basic nebo Advanced, která navíc podporuje vkládání maker (trendy, alarmy, atd..)

Program slouží k tvorbě webových stránek, pomocí nichž je možné ovládat program v PLC. Podporuje vkládání stejných prvků tak, jak je známe z klasických webových stránek.

Instalace programu Web Editor je popsána v samostatné příloze v kapitole *Manuály -> Instalace Web Editoru*

## 2.10 Web Builder

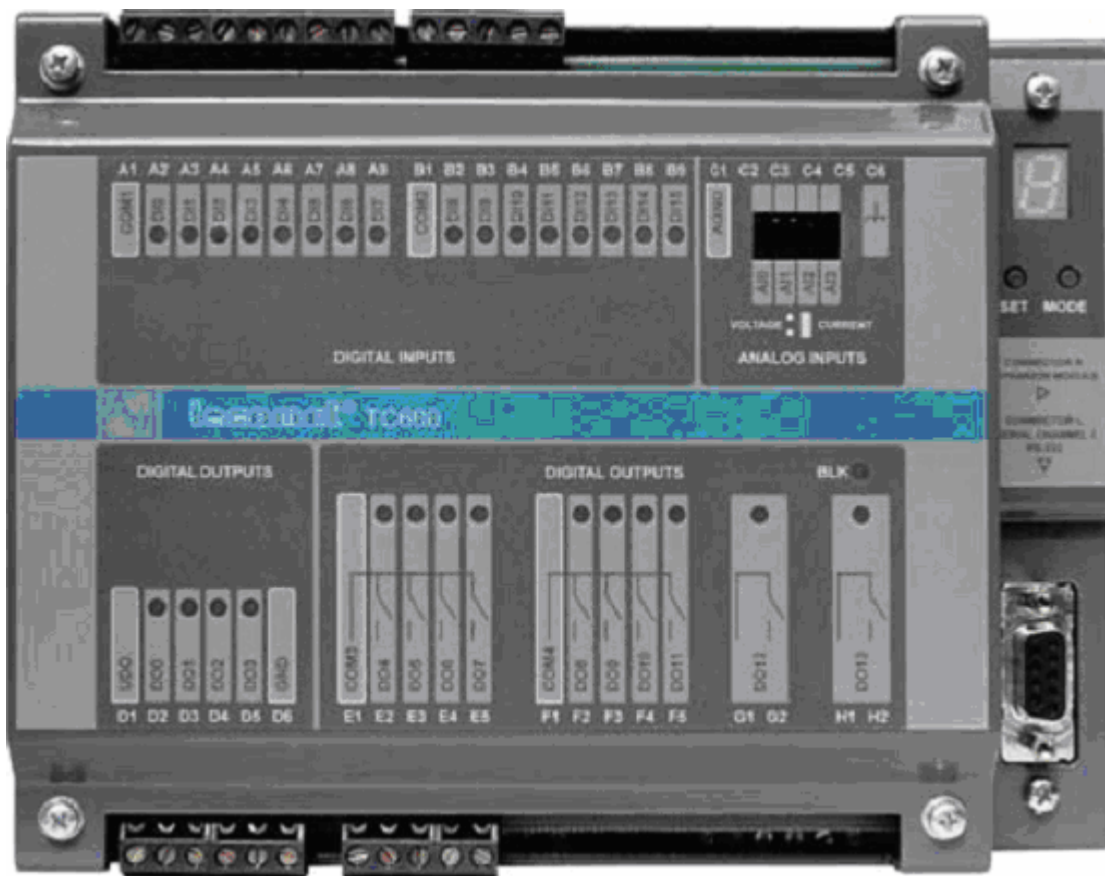
Tento program je standardní součástí instalace PG5 (pokud se zvolí standardní instalace). Slouží pro generování programových souborů, které se pak následně kompilují do celého projektu, který se pak nahrává do PLC.

### 3 TECO

Domácí firma se sídlem v Kolíně, která se zabývá výrobou programovatelných automatů, má již také velké zkušenosti, čehož je i důkazem velký počet realizovaných aplikací v České republice.

#### 3.1 Tecomat 600

Kompaktní programovatelný automat střední třídy (Obr. 9), kdy v našem případě se jedná o model 601, který disponuje 8 binárními vstupy a 8 binárními výstupy, dvěma sériovými kanály a portem pro připojení dalšího programovatelného automatu do sítě.



Obrázek 9:PLC Teco 600

### 3.2 ID-07

Jedná se o jeden z typů operátorského panelu (Obr. 10), který slouží k řízení, sledování a zadávání hodnot při řízení aplikace. Disponuje 8-mi tlačítky, z nichž 4 slouží pro směrovou navigaci, další 2 slouží pro funkci + a – a další 2 pro potvrzení, případně pro stornování operace (v počítačové terminologii *Enter* a *Esc*). Samotný displej umožňuje zobrazit 2x16 znaku, navíc displej je dostatečně podsvícen, takže je s ním možné pracovat i za špatných světelných podmínek.



Obrázek 10: Operátorský panel ID-07

### 3.3 Mosaic

Mosaic je vývojové prostředí pro programování automatů Teco. Umožňuje kompletní správu projektu včetně jeho simulace. Při programování byla využita verze 1.9.8.0 – RC9.

Postup instalace programu Mosaic je uveden v samostatné příloze v kapitole *Manuály - > Instalace programu Mosaic*.

### 3.4 PanelMaker

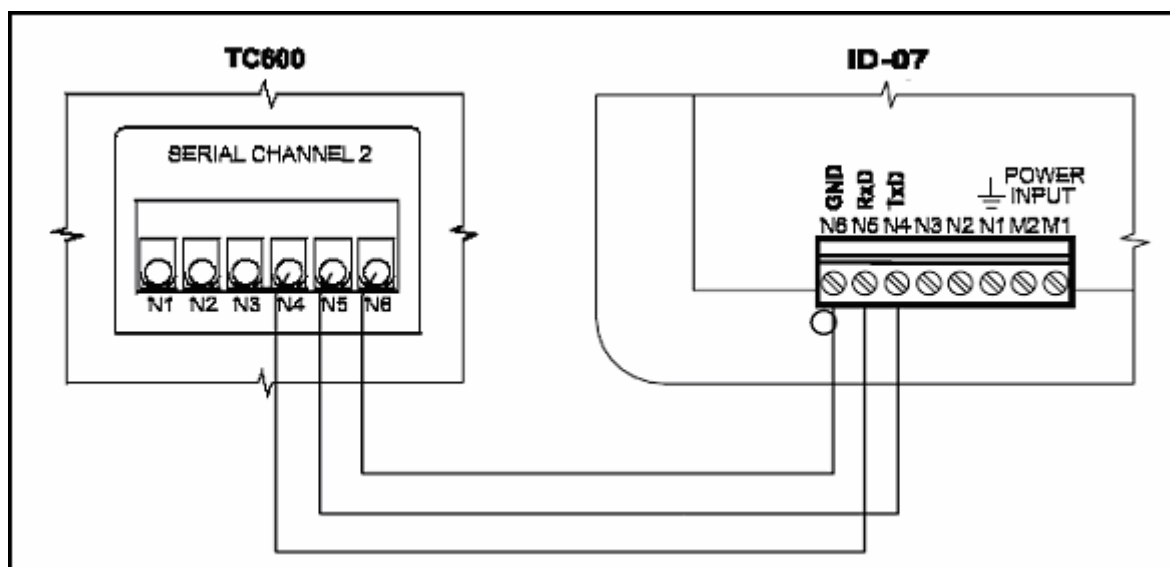
Tento program, který je součástí programu Mosaic, usnadňuje programování prostředí pro operátorské panely. PanelMaker umožňuje vytvářet i velmi složité struktury za pomoci prvků *Menu*, *Zprávy*, atd..

## II PRAKTICKÁ ČÁST

## 4 PROPOJENÍ PANELU ID-07 S TECO 600

### 4.1 Fyzické propojení

V první řadě operátorský panel musí být napájen buď stejnosměrným nebo střídavým napětím 24V. V další části se musí na port ID-07 připojit komunikační linky z PLC (Obr. 11). Pro komunikační linky a napájení lze použít jakékoliv běžně dostupné vodiče. Je však velice vhodné, aby měly zesílenou izolaci z důvodu rušení signálu.



Obrázek 11: Propojení datových vodičů ID-07 a Teco 600

**Upozornění:** Je nutné, aby PLC bylo osazeno komunikačním modulem sériového rozhraní „MR-02“ na kanálu 2, pokud není, nebude nám komunikace fungovat (tento stav je signalizován statickým textem „Connecting...“ na displeji ID-07).


### 4.2 Softwarové propojení

V další části se musí nastavit parametry kanálů PLC v Prostředí Mosaic. Nastavení těchto kanálů se provede následovně.

**Upozornění:** Postup včetně obrazové dokumentace je uveden v samostatné příloze v kapitole Manuály -> Propojení panelu ID-07 s TECO 600.

1. V Programu Mosaic v menu se klikne na *Projekt->Manažer projektu*.
2. V levé části programu se otevře okno s *Manažerem projektu* a v něm se rozbalí uzel *Hw*, v němž se označí položku *Výběr řady PLC*



3. Následně v pravé části programu se ukáže výběr dostupných PLC. V sekci *Základní výběr řídicího systému* se vybere možnost *kompaktní systém*. Následně v sekci *Výběr řady PLC* se vybere obrázek s popiskem *TC600*.
4. Poté se vybere položka *Konfigurace HW*
5. Klikne se na typ (psaný tučným písmem) PLC (*TC601*)
6. V nově otevřeném dialogovém okně se vybere typ PLC (v našem případě 601)
7. Potvrdí se a poté se klikne na tlačítko s popisem *Nastavení kanálů*.
8. V nově otevřeném okně se označí řádek se záhlavím *CH2*.
9. Režim tohoto kanálu se nastaví do režimu *uni*.
10. Potvrdí se a klikne se na ikonku pro podrobnější nastavení kanálů .
11. V nově otevřeném okně je nejdůležitější nastavit položku *Komunikační rychlost*. V našem případě je rychlost nastavena na 19 200kb. Zbytek položek může být ponecháno nastaveno tak, jak je. Nastavení potvrdíme tlačítkem *OK*.

**Upozornění:** V 11.bodě se nově otevřené okno může lišit v závislosti na nastavení projektu. Pokud ještě není definováno propojení operátorského panelu s PLC, zobrazí se univerzální okno pro nastavení univerzálního režimu kanálu. Pokud toto spojení už je definované, zobrazí se speciální okno pro nastavení parametrů pro oper. panel. V obou dvou případech stačí nastavit jen komunikační rychlost.

12. Dále v *Project Manageru* se klikne na položku *Síť PLC – logické propojení*. V pravé části se zobrazí prázdná plocha, na které se bude vizuálně vytvářet síť propojení jednotlivých zařízení.
13. Na této prázdné ploše se klikne pravým tlačítkem myši, zobrazí se kontextové menu, ve kterém se najde na položku *Objekty*, v zobrazeném podmenu se pak klikne na položku *Vložit projekt z aktuální skupiny projektů*. Zobrazí se dialogové okno, ve kterém bude zobrazen seznam všech projektů v rámci skupiny projektů i s řadou PLC. Vybere se používaný projekt a potvrdí se *OK*. Automaticky se na plochu umístí objekt Teco 600 (tedy ten, který se definoval při vytváření projektu)
14. Stejným způsobem se na plochu umístí i operátorský panel ID-07.

15. Nyní se propojí operátorský panel s automatem, a to tak, že myší se klikne levým tlačítkem nad modelem operátorského panelu na popisek *CHI SL* (po kliknutí se operátorský panel označí žlutým obrysem) a poté se klikne nad automatem na popisek *CH2 uni*. Automaticky se vytvoří propojení (v podobě lomené čáry). Zároveň se zobrazí dialogové okno, kde se nastaví další parametry panelu. V sekci *Varianta* se nastaví volba *Slave*. V sekci *Velikost* se nastaví volba *2 x 16 znaků*. V sekci *znaková sada* se zvolí volba *Středoevropská*. Nejvíce důležité je však zaškrtnout volbu *Použit nástroj PanelMaker*. Potvrdí se kliknutím na *OK*.
16. Dále je nezbytně nutné nastavit tyto kanály hardwarově přímo na PLC, neboť nestačí jen softwarové nastavení v Mosaicu.
17. Přímou na PLC se stiskne a podrží zároveň tlačítka *SET* a *MODE*, při stisknutých tlačítkách se aktivuje napájení PLC. Tlačítka se drží tak dlouho, dokud se na pomocném displeji automatu nezobrazí trojitá pomlčka  $\equiv$ .

**Upozornění:** Protože PLC obsahuje pouze jeden 7-segmentový displej, je třeba si uvědomit, že znaky symbolů (zkratek) se na displeji zobrazují postupně za sebou (neboli rotačním způsobem) v krátkých intervalech. Tzn., že například symbol „C2“ se zobrazí postupně jako „C“, krátká prodleva, „2“. Každý znak je zobrazen asi 0,5s. Po každém zobrazení vlastnosti se zobrazí pomlčka a následně jeho nastavená hodnota (opět vše rotačním způsobem, zpočátku tento styl může činit problémy, ale po několika pokusech...), která se tlačítkem „SET“ může změnit na jinou z předem možných daných možností.

18. Tlačítko *MODE* se postupně zmáčkne tolikrát, dokud se na displeji nezačne postupně objevovat parametr *C2*, který se následně pomocí tlačítka *SET* nastaví na hodnotu *uni* (standardně z výroby bývá nastaven na *off*).
19. Uložení nového hardwarového nastavení se provede pomocí krátkého stisku jak tlačítka *SET*, tak *MODE* dohromady. Po chvíli by PLC mělo přejít do stavu *HALT*, což je indikováno písmenem *H* na pomocném displeji.
20. Dále je nutné provést nastavení přímo na operátorském panelu, do nastavení se dostane pomocí stisknutí tlačítek  $\leftarrow, \rightarrow$  a zároveň při zapnutí napájení panelu. Až se na displeji zobrazí text *SETTING*, je možné tyto klávesy upustit. Pomocí kláves  $\uparrow, \downarrow$  je možné listovat v menu jednotlivými položky nastavení. Pomocí kláves  $+$  a  $-$  se mění hodnoty těchto parametrů.

21. Pro naše účely je nutné nastavit parametr Mode na hodnotu slave, Code p. na Win1250, Speed na 19,2kBd, Mark \$FF na On, Arepeat na 1500ms a Test na Off. Tyto hodnoty by měly být standardně už nastaveny. Potvrzení těchto změn je potřeba potvrdit opětovným stisknutím kláves ←, →.

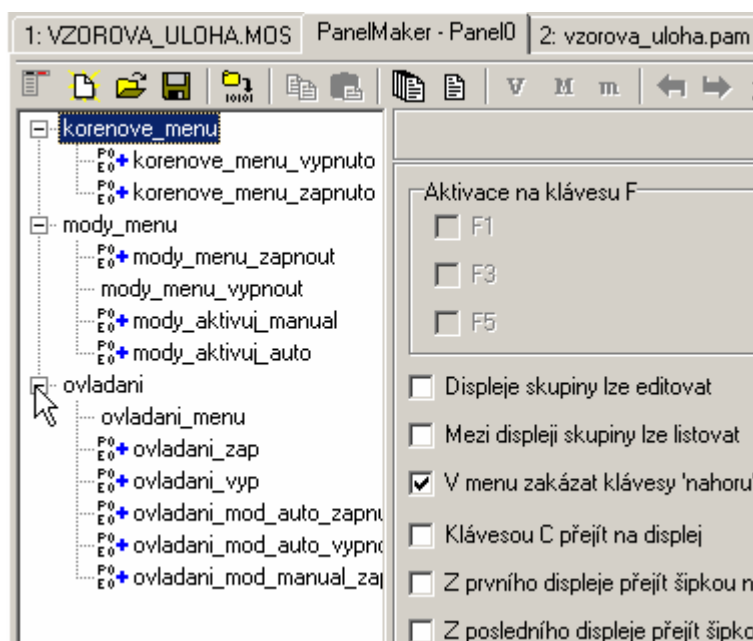
### 4.3 Tvorba programu pro operátorský panel

#### 4.3.1 Vytvoření projektu v PanelMakeru

**Upozornění:** Předpokládá se, že je již vytvořena síť automatu a operátorského panelu a že při tvorbě sítě v příslušném kroku byla zaškrtnuta volba „Použít nástroj PanelMaker“.

V programu Mosaic se klikne v menu na Nástroje -> PanelMaker -> náš panel (v našem příkladu „Panel0“).

Zobrazí se prostředí pro tvorbu jednotlivých položek menu, vkládání proměnných, atd.. Před vlastní tvorbou programu pro operátorský panel se musí dopředu rozvrhnout na základě uživatelského programu, jaká má být struktura menu a jeho funkční logika (Obr. 12).



Obrázek 12: Příklad struktury menu v programu PanelMaker

Struktura menu se skládá z tzv. *Skupin displejů* a teprve v těchto skupinách se vytváří samotné *Displeje*, u kterých definujeme jejich obsah zobrazení, tedy statické texty, proměnné, zprávy a menu. Metodika vytváření *Skupin displejů* a *Displejů* samotných je

taková, že pokud má několik displejů alespoň jednoho společného jmenovatele, tak by se měly pod tímto společným jmenovatelem vytvořit pod společnou *Skupinou displejů*.

V našem případě existuje několik *Displejů* vytvořených pro změnu *módu* pohybu posunové jednotky, proto se v tomto případě všechny *displeje* uloží pod společnou *Skupinu displejů* *mody\_menu*. Totéž analogicky platí i pro skupinu *ovladani*. Dalšími skupinami by mohly být například *Náповěda*, *Servis*, atd.. Každé skupině displejů či samotnému displeji se může přiřadit několik specifických vlastností.

#### Vlastnosti pro skupinu displejů

- Aktivace na klávesu – v případě panelu ID-08 by bylo možné definovat funkce při stisknutí funkčních kláves F1...F8. V případě ID-07 taková možnost není.
- Displeje skupiny lze editovat – volba, která dovolí editovat hodnotu proměnných na displejích skupiny
- V menu zakázat klávesy nahoru a dolů – volba, která zakáže použití kláves *nahoru* a *dolů* na displejích skupiny. Používá se v případě, kdy ve skupině je definováno několik displejů a není vzhledem k povaze úlohy vhodné, aby bylo možné mezi nimi přecházet právě pomocí kláves *nahoru* a *dolu*.
- Klávesou C přejít na displej – pokud se zaškrtně tato volba, musí se zároveň definovat displej, na který se má po stisku tlačítka C přejít. Opět se velmi používá třeba při pohybu v menu, kdy třeba z podmenu je třeba se dostat o úroveň výše.
- Z prvního displeje přejít šipkou na – používá se často při vytvoření nekonečné smyčky ve struktuře displejů. Není omezeno na skupiny displejů, tudíž se může přecházet na displeje různých skupin.
- Z posledního displeje přejít šipkou na – viz. výše.
- První skupina po startu – tato vlastnost umožní definovat skupinu jako první, která se zobrazí po spuštění uživatelského programu PLC.

#### Vlastnosti pro displej

- Aktivace na hranu – funkce, která umožní aktivovat zobrazení displeje jen při nějaké události, respektive z možností *Náběžná hrana*, *Sestupná hrana*, *Obě hrany*. Této

funkce se využívá třeba tehdy, když se ví, že nějaký proces bude trvat jistou dobu a po skončení procesu je třeba uživatele informovat, že daný proces již skončil. Typický příklad je třeba automat na kávu, kdy se nejdříve uživateli zobrazí zpráva, že káva se právě připravuje a po skončení vyzve uživatele, aby si kávu odebral.

- Aktuální displej je aktivní – tato volba zajistí, že pokud je zobrazen právě aktuální displej, tak se definovaná bitová proměnná nastaví do logické 1. Naopak v případě opuštění se tato proměnná automaticky vynuluje (resetuje)
- Probíhá editace na aktuálním displeji – pokud je žádoucí zjistit, zda právě probíhá editace na aktuálním displeji, slouží k této operaci právě tato volba. Funguje podobně jako předchozí volba jen s tím rozdílem, že pokud se na displeji edituje nějaká hodnota, tak se definovaná bitová hodnota nastaví do logické 1. Při ukončení editace se automaticky nastaví zpět do logické 0.
- Používat speciální obsluhu displeje – tato volba se použije v případě, kdy je třeba v případě zobrazení displejů vytvořit nějakou logiku a není žádoucí tuto logiku definovat přímo v uživatelském programu. Při povolení této volby se vybarví (aktivuje) text *Speciální obsluha displeje*, na který, když se klikne, tak se zobrazí podmenu 2 položek, a sice *Definiční část* a *Výkonná část*. *Definiční část* slouží pro definici lokálních proměnných daného displeje. *Výkonná část* slouží pro samotný program, ve kterém se můžou použít jak globální proměnné definované v hlavním uživatelském programu, tak i lokální definované v *Definiční části*.

### 4.3.2 Vytvoření struktury menu

Jak bylo dříve uvedeno, při vytváření struktury menu se pracuje s pojmy *Skupina displejů* a *Displej*. Skupina displejů pod sebou zahrnuje několik displejů, které mají nějakou společnou vlastnosti.

#### 4.3.2.1 Vytvoření Skupiny displejů

- V menu programu *PanelMaker* se klikneme na ikonu *Přidat skupinu displejů* (Obr. 13).



Obrázek 13: Přidání skupinu displejů

- Vytvoří se nová skupina s implicitním názvem *Group1*. V pravé části okna program nabízí tuto skupinu přejmenovat na námi požadovaný název (Obr. 14). Změny názvu skupiny se potvrdí klávesou *Enter*.



Obrázek 14: Změna názvu skupiny

- Skupině se poté mohou přiřadit vlastnosti, jejichž funkce byly popsány dříve.

#### 4.3.2.2 Vytvoření Displeje

V části zobrazení struktury menu se označí skupina, ve které je třeba vytvořit displej a v menu se klikne na ikonu *Přidat displej* (Obr. 15). Opět je možné změnit jeho název (Obr. 16).



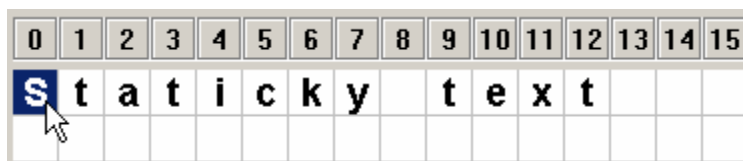
Obrázek 15: Vytvoření displeje



Obrázek 16: Změna názvu displeje

#### 4.3.2.3 Statický text

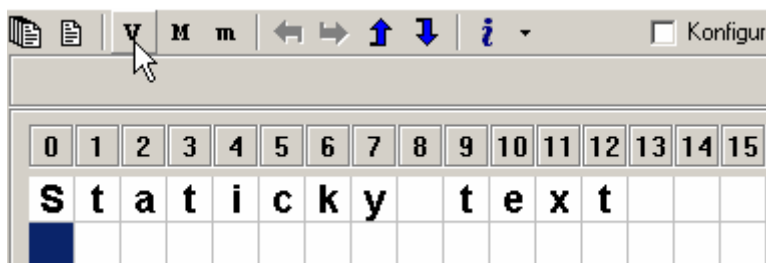
Před vložením textu musí být nejdříve vytvořený displej. Tento displej se ve struktuře menu označí a v pravé části okna se nám zobrazí mřížka s jednotlivými znaky (rep. 2x16 znaků). Do této mřížky se pak vepisuje statický text (Obr. 17).



Obrázek 17: Vkládání statického textu

#### 4.3.2.4 Proměnná

Myší se označí buňka mřížky, kde je třeba vložit proměnnou a pak se klikne na ikonu *Přidat proměnnou* (Obr 18). Zobrazí se dialogové okno *Nastavení proměnné* (Obr. 19), které obsahuje několik voleb.



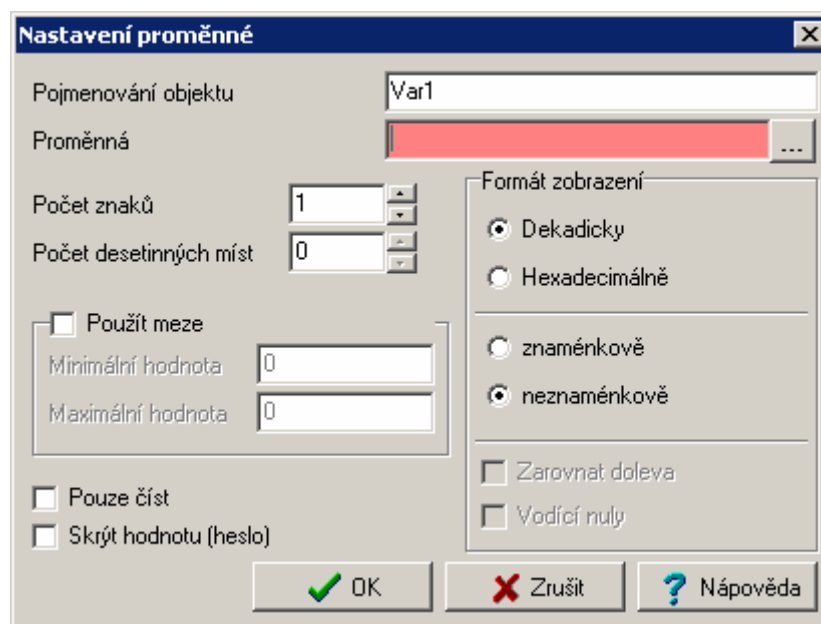
Obrázek 18: Vložení proměnné

#### Obecné

- Proměnná - Název proměnné, jejíž hodnotu je třeba zobrazit, je možné použít jak proměnné z uživatelského programu, tak i proměnné definované v definičních částích pro *Speciální obsluhu displeje*
- Počet znaků - Podle typu proměnné se zde definuje počet znaků pro zobrazení proměnné
- Počet desetinných míst - Pokud proměnná obsahuje desetinná čísla, tak zde se může definovat jejich počet
- Použít meze - Zde se definuje maximální a minimální hodnotu proměnné
- Pouze čísta - Tato volba způsobí, že proměnná nepůjde editovat
- Skrýt hodnotu (heslo) - Tato volba způsobí, že místo zobrazovaných znaků se zobrazují hvězdičky (slouží například pro zadávání hesla)

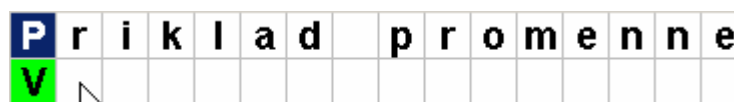
#### Formát zobrazení

- Dekadicky
- Hexadecimálně
- Znaménkově - Hodnota proměnné se zobrazí se znaménkem
- Neznaménkově - Hodnota proměnné se zobrazí beze znaménka



Obrázek 19: Nastavení parametrů proměnné

- Po potvrzení tlačítkem *OK* se místo vložení proměnné označí zeleným podbarvením (Obr. 20).



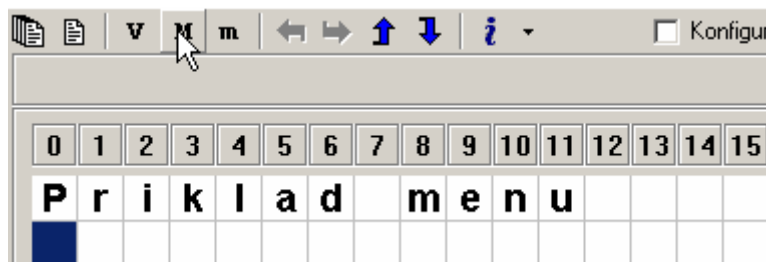
Obrázek 20: Podbarvení místa vložené proměnné

#### 4.3.2.5 Menu

Menu umožňuje vytvořit takové menu položek, kde každé položce odpovídá příslušný displej.

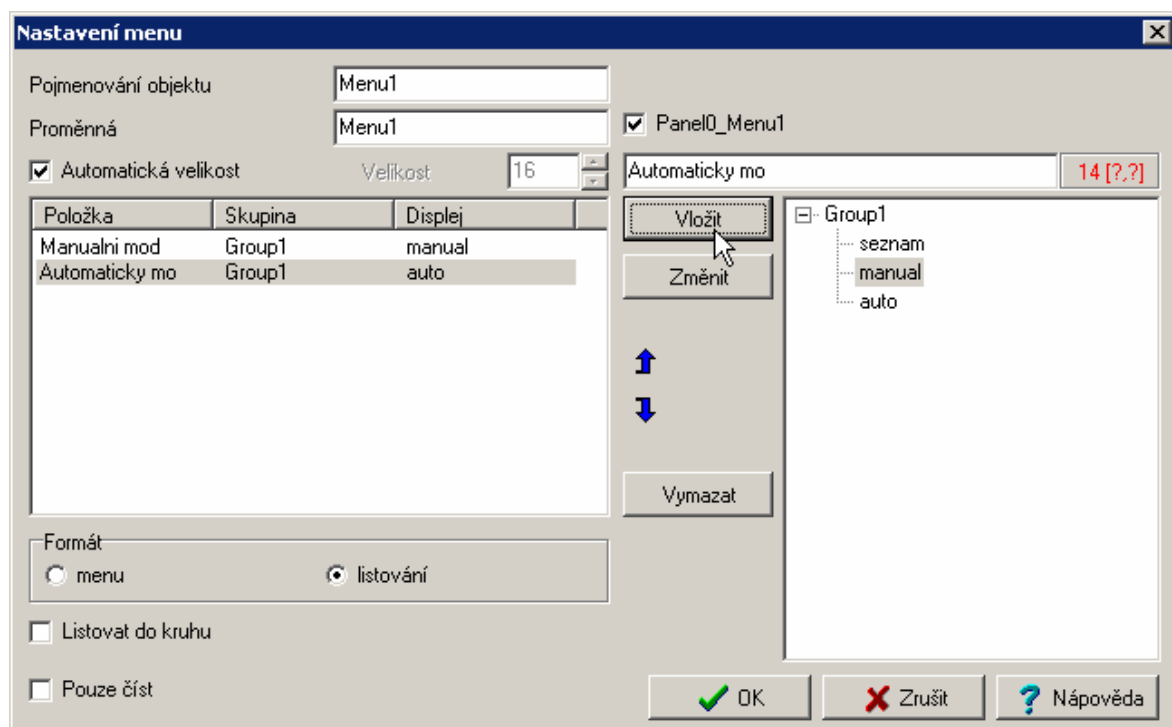
- Myší se označí buňka mřížky, kde je třeba vložit menu. Pak se klikne na ikonu *Přidat menu* (Obr. 21).





Obrázek 21: Vložení menu

- Zobrazí se dialogové okno *Nastavení menu* (Obr. 22), ve kterém se definují položky menu a jim příslušné displeje. Definice položek se provádí tak, že se v pravé části okna ve struktuře displejů označí displej, na který položka má směřovat a poté do vstupního pole nad seznamem displejů se napíše text položky. Potvrdí se tlačítkem *Vložit*. Je možné volit mezi 2 formáty zobrazení, a sice menu nebo listování. V případě menu se jednotlivé položky zobrazí vedle sebe, pokud to dovolí jejich délka textu, v případě listování se položky zobrazují zvlášť (jednotlivě). S formátem zobrazení úzce souvisí i volba *Listovat do kruhu*, kdy v případě, pokud se v menu dojde až na poslední položku, tak se listování nezastaví, ale opět začne od první položky. Volba *Pouze číst* znamená, že se na displeji zobrazí pouze první položka menu a nelze ji měnit.

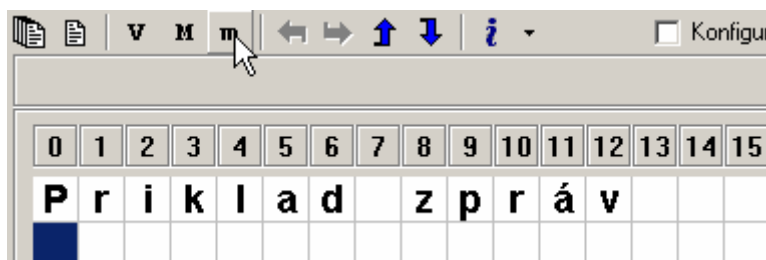


Obrázek 22: Okno pro tvorbu seznamu položek menu

#### 4.3.2.6 Zprávy

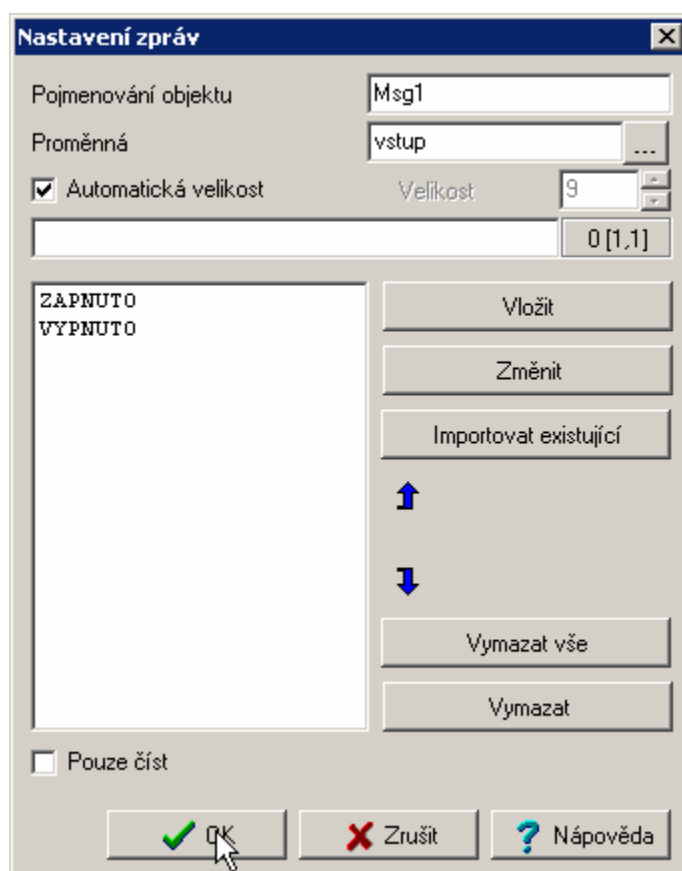
Pokud je definována proměnná, která nabývá předem definovaných číselných hodnot, které značí různé stavy, je možné tyto stavy vyjádřit krátkým popiskem

- Myší se označí buňka, kde je třeba vložit zprávu. Pak se klikne na ikonu *Vložit zprávu* (Obr. 23).



Obrázek 23: Vložení zprávy

- Zobrazí se dialogové okno *Nastavení zpráv* (Obr. 24), ve kterém nastavíme sledovanou proměnnou a její stavy. Při vkládání jednotlivých stavů vycházíme z předpokladu, že první zpráva odpovídá proměnné při stavu 0, druhá zpráva stavu 1, atd..



Obrázek 24: Dialogové okno Nastavení zpráv

### 4.3.3 Speciální obsluha displeje

Pomocí speciální obsluhy displeje můžeme oddělit program pro operátorský panel od uživatelského programu PLC. Speciální obsluha displeje se dělí na 2 části. Definiční a výkonnou. Jak lze odvodit z názvů, tak definiční část slouží pro definici lokálních proměnných operátorského panelu, výkonná část pro samotný program, ve kterém můžeme použít jak globální proměnné uživatelského programu, tak proměnných definované v definičních částech speciální obsluhy displeje

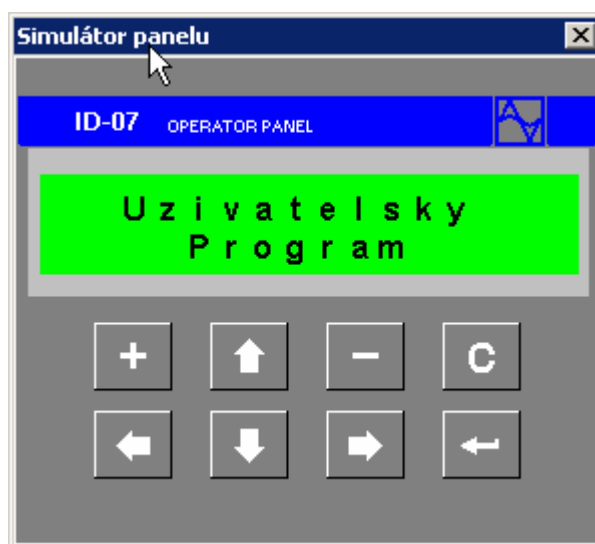
### 4.3.4 Vygenerování programového kódu

Po ukončení tvorby programu pro operátorský panel je nutné vygenerovat programový kód, který bude následně připojen k hlavnímu uživatelskému programu PLC. Generování se provede kliknutím na ikonu *Generovat* (Obr. 25).



Obrázek 25: Příkaz Generovat

Poté následuje nahrání uživatelského programu do PLC. Po restartu by se měl, pokud je vše v pořádku, aktivovat i samotný operátorský panel s programem (Obr. 26).



Obrázek 26: Ukázka simulace

Laboratorní úloha je uvedena v samostatné příloze v kapitole *Laboratorní úlohy* -> *Teco* -> *Ovládání modelu hydraulické posunové jednotky pomocí Teco 600 a operátorského panelu ID-07.*

## 5 PROPOJENÍ PANELU PCD7.D230 (PCD7.D232) S PLC SAIA

### 5.1 Hardwarové propojení

**Upozornění:** Pokud se používá operátorský panel, je potřeba, aby PLC mělo více 32kB (40kB a více) paměti pro uživatelský program. V opačném případě při uploadu programu do PLC se zobrazí varovné hlášení s tím, že uživatelský program nelze do PLC nahrát z důvodu nedostatku paměti.

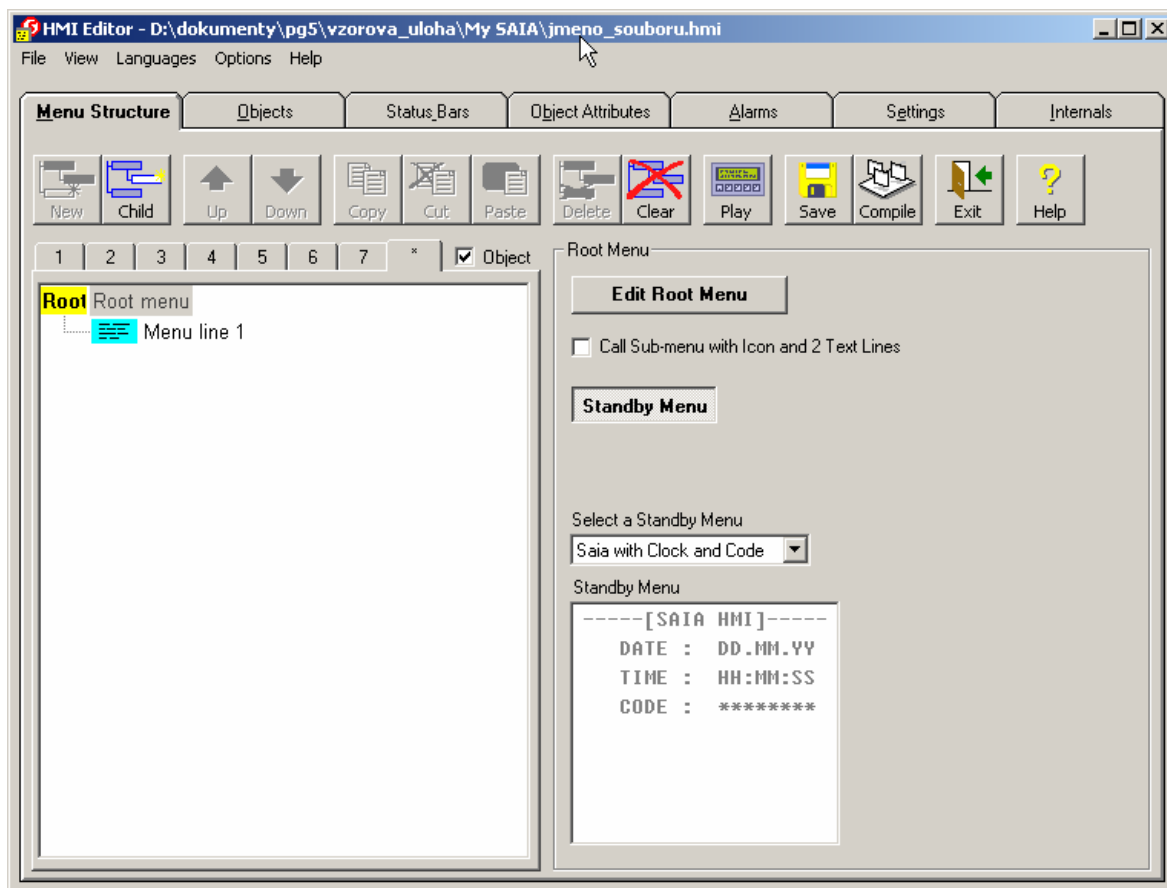
Pro připojení operátorského panelu k automatům SAIA se v našich úlohách používá sériový kabel s firemním označením PCD7.K423 a PCD7.K413. PCD7.K423 je na obou koncích zakončen konektorem, PCD7.K413 je na jednom konci zakončen volně jednotlivými vodiči. PCD7.K423 se použije v případě, kdy automat má sériovou linku vyvedenou na konektor Canon, PCD7.K413 se použije v případě, kdy sériová linka je vyvedena na samosvornou svorkovnici. Operátorský panel je pak dále nutné napájet stejnosměrným napětím 24V pomocí samostatného samosvorného konektoru. I když panel není připojen k PLC, lze v případě panelu PCD7.D232 pomocí kombinace kláves *Shift+I* vstoupit do servisního menu, kde lze nastavovat některé parametry panelu.

### 5.2 Softwarové propojení

Softwarové propojení je v tomto případě mnohem jednodušší, než v případě automatů Teco. Hlavní podmínkou je, aby v nastavení *Settings->Hardware->Serial* nebyla nastavená podpora *Seriál S-Bus* na ten port (číslo kanálu), na kterém je zapojený operátorský panel.

### 5.3 Tvorba programu pro operátorský panel

V prvním případě je nutné do projektu přidat nový soubor typu *HMI Files (.hmi)*. V případě korektně nainstalovaného HMI Editoru se otevře jeho vývojové prostředí (Obr. 27), ve kterém se nachází několik záložek.



Obrázek 27: Okno programu HMI Editor

- Menu Structure – v této záložce se definuje hierarchická struktura menu, kořenového menu a u objektů se definují jejich zdroje
- Objects – na této záložce se definují veškeré objekty a jejich atributy, se kterými se potom pracuje na záložce *Menu Structure*
- Status Bars – na této záložce se definuje vzhled a chování stavových ikon zvlášť pro kořenové menu, klasické menu, objekty a alarmy
- Object Attributes – tato záložka je velmi důležitá, neboť se na ní definují veškeré atributy, které se používají v objektech. Na této záložce se nachází dalších několik podzáložek.
  - Texts – na této záložce se vytváří nové textové skupiny a k nim příslušné texty, které slouží jako popisky pro každou položku objektu.
  - Status – na této záložce se mohou definovat nové statusy. Pod statusem je možné si představit textovou reprezentaci číselné hodnoty proměnné. Pokud se

dopředu ví, že proměnná bude nabývat několik číselných hodnot, tak místo této hodnoty je možné na panelu zobrazit textový popisek.

- Units – na této záložce se definují jednotky veličin.
- MinMax – zde se definují minimální a maximální hodnoty, které se pak použijí u definice položky objektu. V praxi to znamená, že pokud položce objektu přiřadíme tento atribut, tak přes operátorský panel nebude možné této proměnné nastavit hodnoty z jiného intervalu.
- Resources – na této záložce je seznam všech proměnných, které je možno přiřadit položkám objektu. Seznam je možné aktualizovat pomocí funkce *Action -> Reload Global*.
- Sytem Texts – zde se nachází seznam systémových textů, které se používají při alarmech.
- Icons – pokud to operátorský panel umožňuje, je možné použít v menu i grafické ikony, které je možné vytvářet v programu *Icon Editor*.
- Alarm – v této záložce je možné definovat tzv. *Alarmy*.
- Settings – v této záložce se nastavují veškeré parametry ohledně typu komunikace, číslo kanálu, přenosová rychlost, znaková sada, typ terminálu, atd..
- Internal – v této záložce se nachází seznam všech dostupných interních proměnných operátorského panelu. Pomocí těchto proměnných je možné z uživatelského programu například aktivovat buzzer, nebo zapínat diody, či zjišťovat stav zapnutých funkčních kláves.

Z výše uvedeného tedy vyplývá toto. Při tvorbě programu se nejdříve nastaví parametry komunikace a možnosti zobrazení na záložce *Settings*. Pak se nastaví proměnné programu, které se mají číst nebo nastavovat, jako globální. Na základě typu úlohy a použitých proměnných se v záložce *Object Attributes* nastaví příslušné texty, statusy, jednotky, minima a maxima a aktualizuje se seznam globálních proměnných. Následně se v záložce *Objects* vytvoří jednotlivé objekty, které se poskládají z prvku na záložce *Object Attributes*. Následně se v záložce *\_Menu* vytvoří hierarchická struktura menu. Po

nadefinování struktury se následně vytvoří odkazy mezi položkami menu a příslušnými objekty.

**Upozornění:** Na záložce *Settings* je vhodné nastavit volbu *Support all media...* na hodnotu *Yes*. Tato volba způsobí, že v sekci *Object Attributes -> Resources* se po aktualizaci objeví všechny typy používaných proměnných. Pokud by volba byla ponechána na *No*, tak by se dalo pracovat pouze s *Flags* a *Registry*. Hodnota *Yes* umožní pracovat se proměnnými všeho typu (*In*, *Out*, *Cnt*, *Timer*). Je však nutné mít v PLC verzi firmwaru, která tuto funkčnost zajišťuje.

## 5.4 Příklad

V tomto příkladě bude postupně vysvětleno, jak na základě předchozích informací vytvořit projekt pro operátorský panel, který bude načítat hodnotu aktuálního výkonu nějakého spotřebiče a bude možné měnit jeho hodnotu v zadaném intervalu.

1. V první fázi se vytvoří soubor typu HMI
2. V otevřeném HMI Editoru se vybere záložka *Settings* a nastaví se parametry (nastavované parametry v příkladu jsou použity pro PCD2.M110 a operátorský panel PCD7.D230, v ostatních typech PLC se parametry můžou lišit (nejčastěji v čísle kanálu a PGU line) a je třeba je nastavit podle dokumentace).

- Terminal Type – D 230 with 8 \* 20
- Terminal topology – Single terminal
- Play as – D 230 with 8 \* 20
- Allow setup – Yes
- Character set – West European
- Timeout - 00:10:00
- Maximum lines in menu – 20
- Title in object – Yes
- Lines per Element in object – 1 line
- Support all media...: - Yes

- Serial Line – Channel 0
  - PGU line – Yes
  - Type – RS 232
  - Baudrate – 9600 bps
  - Bits – 8 bits
  - Parity – None
  - Stop – 1 stop bit
  - Handshake – None
3. Poté se vybere záložka *Object Attributes->Texts*. Pro lepší přehlednost je vhodné vytvářet skupiny textů pomocí příkazu *New* v sekci *Lists*. Název složky může být libovolný. Následně se tato složka označí a pomocí příkazu *New* v sekci *Edit* se vytvoří nový text (je možné přidat i komentář). V případě, kdy se bude chtít ovládat hodnota výkonu, by text mohl být třeba *Vykon* (v textech není možno používat diakritiku, respektive je to možné, ale operátorský panel diakritiku nezobrazí).
  4. Dále se vybere záložka *Object Attributes-> Units*, kde se definují jednotky fyzikálních veličin. Jak je vidět, většina jednotek zde je již nachystaná. Pomocí příkazu *New* je však možné podle potřeb definovat nové.
  5. Na záložce *Object Attributes -> MinMax* je možné definovat intervaly, kterých může hodnota proměnné nabývat a které je možné operátorským panelem nastavit. Pomocí příkazu *New* vytvoříme nový interval pro hodnoty od 0 do 5000 (je možné přidat komentář)
  6. Na záložce *Object Attributes -> Resources* pomocí příkazu *Action -> Reload Global* se aktualizuje seznam globálních proměnných. Je nutné, aby tato proměnná byla definována v seznamu globálních proměnných.
  7. Na záložce *Objects* je možné jednotlivé objekty přiřadit skupinám tak jako v záložce *Object Attributes -> Texts*. Pro vytvoření nového objektu slouží příkaz *New* v sekci *Objects*. Po zadání jména objektu se v pravé části objeví první řádek objektu, který je určen pro zadání parametrů, které teď budou popsány.



- Text – slouží k vložení popisku pro tuto položku. Veškeré texty a skupiny textů jsou definovány na záložce Object Attributes -> Texts.
  - Type – slouží k definici typu zobrazované proměnné (Binary, Integer, Float, atd..).
  - Format – zde se definuje formát zobrazení, například datum, čas, číslo, telefonní číslo, atd.. Je možné zvolit i záložku Status, kde jsou již některé nadefinovány a slouží k zobrazení například textového popisku na základě číselné hodnoty proměnné. Vlastní statusy je možné definovat v záložce Object Attributes -> Status.
  - Access – zde se definují typy přístupu. V naprosté většině se vystačí s volbou *Read/Write* a *Read only*.
  - Unit – zde se definují jednotky, které se mají zobrazit při zobrazení hodnoty proměnné na displeji. Tyto jednotky jsou definovány v *Object Attributes* -> *Units*.
  - Min - zde se definuje interval hodnot, které může proměnná nabývat. Tyto intervaly se definují v *Object Attributes* -> *MinMax*. Na základě vybraného intervalu se automaticky doplní sloupec *Max* příslušnou hodnotou.
  - Max – viz. *Min*.
  - Default Ressource 1 – používá se při speciálních typech formátu. Tyto formáty například umožňují, že pokud se proměnná právě edituje, má se definovaná proměnná typu bit nastavit do jedné. Po opuštění editace se automaticky nastaví zpět do 0.
  - Default Ressource 2 – viz. Default Ressource 1
8. Na záložce *Menu Structure* se vytváří samotná struktura menu pro operátorský panel. Při prvním spuštění PLC se na operátorském panelu vždy zobrazí kořenové menu, jehož vzhled a funkci je možné měnit. Od kořenového menu se pak odvíjí veškeré další položky, které jsou ve stromové struktuře. Nové položky se vytvářejí pomocí příkazů

*New* a *Child*. Příkaz *New* způsobí vytvoření nové položky stejné úrovně, jako je položka právě označená. Příkaz *Child* způsobí vytvoření nové položky (podpoložky) o jednu úroveň nižší, než právě označená položka. Tímto způsobem se dá vytvořit velice složitá hierarchická struktura. Počet úrovní může být nejvýše 8 a počet položek každé úrovně může být maximálně 20. Čistě teoreticky tedy může být až  $20 * 20 * 20 * 20 * 20$ . Dokumentace však uvádí, že výkonnost editoru již při počtu nad 500 položek. I toto číslo je však pro většinu aplikací dostačující. Struktura menu začíná vždy tzv. kořenovým menu, jehož vzhled se dá definovat tak, že se označí položka *Root Menu* a v pravé části okna se klikne na příkaz *Edit Root Menu*. Po aktivaci tohoto příkazu se skryje struktura menu. V rozbalovacím menu *Select* a *Standby Menu* lze vybrat ze 6 druhů kořenových menu. Pokud je třeba definovat každou položku kořenového menu, je třeba vybrat volbu *Custom Standby*. U ostatních voleb je vzhled zobrazení kořenového menu dán pevně. Je možné zaškrtnout volbu *Call Sub-menu with Icon and 2 Text Lines*. Tato volba způsobí, že podpoložky kořenového menu je možné doplnit o ikony a pro text položky je možné použít až 2 řádky. V našem případě se ponechá standardní kořenové menu. Myší se označí položka kořenového menu a použije se příkaz *Child* k vytvoření první položky. Vytvoří se nová položka s textem *Menu line x*, tento text je možné změnit v pravé části okna v položce *Text Line*. V sekci *Call Type* v rozbalovacím menu *Call* se vybere volba *Object*. Následně se zobrazí další 2 rozbalovací seznamy, v prvním se vybere skupina objektů, ve druhém se vybere samotný objekt. Ve struktuře menu se zobrazí položka s prefixem *Object*: následovaný názvem objektu. Po označení položky objektu se v pravé části okna zobrazí seznam položek objektu se sloupci *Resource 1* a *Ressource 2*. Hodnota *Ressource 1* slouží k vložení názvu proměnné, ze které se čte (nastavuje) požadovaná hodnota. Po definici názvu proměnné se použije příkaz *Compile* na záložce *Menu Structure*. Standardně se pak provede kompilace celého projektu v *PG5* a provede se download a spuštění PLC. Pokud je vše správně nastaveno, operátorský panel zobrazí podle nastavení kořenové menu a aktivuje podsvícení displeje.

9. Protože nebylo nastaveno požadování hesla, stačí krátké stisknutí ovládacího tlačítka, tímto se zobrazí hlavní nabídka položek, v našem případě položka *Vykon*. Tlačítkem opět vybereme a potvrdíme tuto položku a zobrazí se vytvořený objekt s názvem *Vykon*, který obsahuje pouze jednu položku s popisem *Vykon* a vedle popisku se zobrazuje aktuální hodnota registru *Vykon* včetně jednotek. Je-li třeba tuto hodnotu

změnit, krátce se stiskne ovladač a otáčením se mění hodnota. Nová hodnota je potřeba potvrdit krátkým stiskem ovladače. Zpět o úroveň výše v menu položek se dostane pomocí delšího stisku ovladače. Pomocí ještě delšího stisku ovladače se menu dostane do kořenového menu.

Laboratorní úloha je uvedena v samostatné příloze v kapitole *Laboratorní úlohy* -> *SAIA* -> *Ovládání modelu automatické pračky pomocí PCD2.M110 a operátorského panelu PCD7.D230 (D232)*.

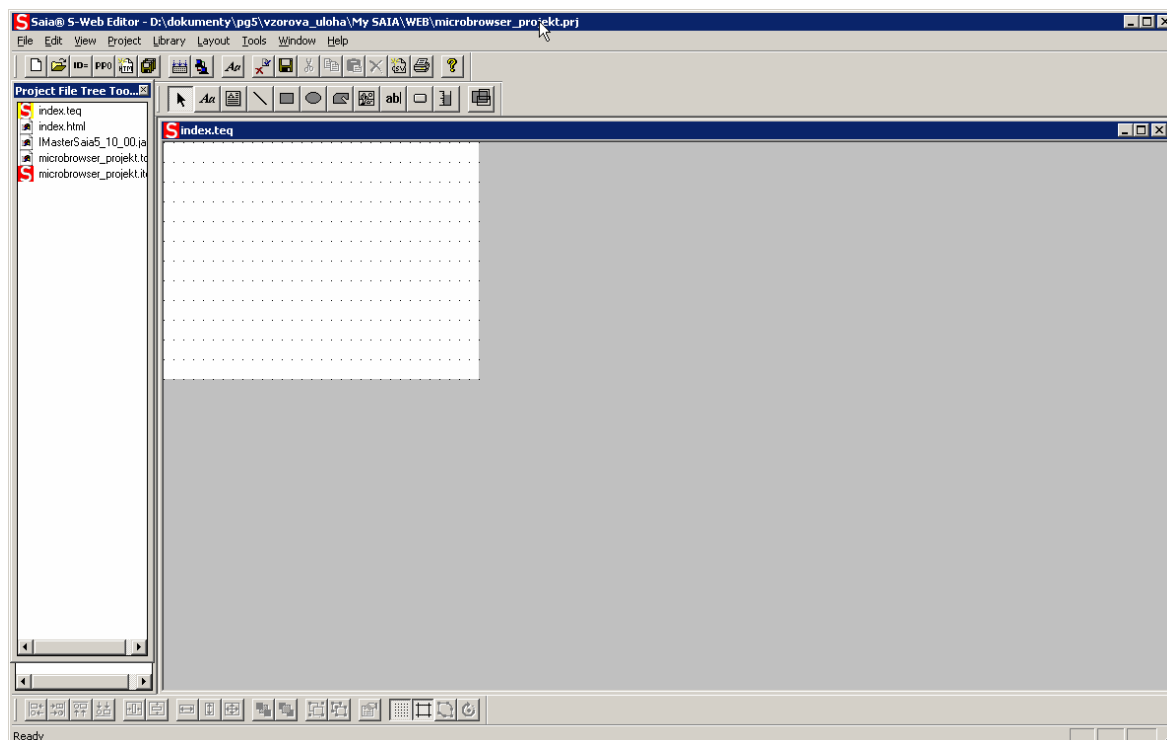
## 6 WEBOVÝ SERVER

V dnešní době se velmi prosazují webové technologie i v průmyslu. V případě značky SAIA se jedná o integrovaný web server ve všech nových PLC a software *S-Web Editor* pro tvorbu dynamických stránek. Společnost SAIA ve svých materiálech sice deklaruje podporu web serveru u všech stanic od série PCD2, a však tato funkce je zajištěna až od PCD2.M150.

Výhody webových technologií jsou zjevné. Webové stránky jsou uloženy přímo v paměti PLC a pomocí webového klienta je možné se připojit k PLC přes síťový kabel a načítat jednotlivé stránky, které dokáží nejenom zobrazovat hodnoty jednotlivých proměnných, ale také měnit jejich hodnoty.

### 6.1 S-WEB Editor

Princip webového serveru je takový, že se nejdříve do projektu přidá nový soubor typu *Web Editor Project (\*.prj)*. Pokud je *S-WEB Editor* správně nainstalovaný a aktivovaný, otevře se jeho vývojové prostředí (Obr. 28). V levé části okna je seznam pracovních souborů, z nichž nejdůležitější jsou s koncovkou *.teq*. Po prvním otevření projektu se standardně do web projektu přidá soubor *MsgBox.teq*. *Teq* soubory jsou důležité proto, protože se v nich mimo jiné vytváří design stránek. Vytvoření nového *teq* souboru se provede pomocí sledu příkazů *Project -> Add To Project -> New...*, kde se v dialogovém okně pouze zadá název nového souboru. Po potvrzení operace se otevře nová čistá plocha stránky právě vytvořeného *teq* souboru. V okně *S-WEB* editoru se mimo jiné nachází panel nástrojů se seznamem dostupných prvků, které lze na stránce použít.



Obrázek 28: Okno programu S-WEB Editor












Všechny základní prvky celého projektu se dají nastavit v okně, ke kterému se dostane pomocí sledu příkazu *Project -> Project Configurations...* V otevřeném okně se nachází 3 záložky, z nichž nejdůležitější je hned ta první, *Project -> Teq Configurations*.

#### Popis položek záložky Teq Configurations

- Width – šířka zobrazované webové stránky
- Height – výška zobrazované webové stránky
- Background Color – barva pozadí stránky
- Foreground Color – barva popředí stránky
- Font – nastavení stylu písma
- Outline Width – šířka ohraničení stránky
- Outline Style – styl ohraničení stránky
- Background teq – stránka na pozadí, která bude použita na každé stránce projektu, tzv. princip šablon
- Foreground color – stránka na popředí, používá se třeba při alarmech.

- Csv files (update) – soubor s nastavením a jazykovou mutací
- Period – perioda obnovování zobrazovaných proměnných, v některých aplikacích je lepší ji nastavit na menší hodnotu, tím se zamezí jistému zpoždění při rychlé změně hodnot, na druhou stranu se zvýší zatížení web serveru.
- Main teq – hlavní teq soubor
- Saia Project type – typ projektu. Je možné vybrat mezi Saia Standard nebo Saia XX7. Saia XX7 se používá pouze v případě, pokud se při programování automatu použije prostředí STEP 7 od Siemensu.

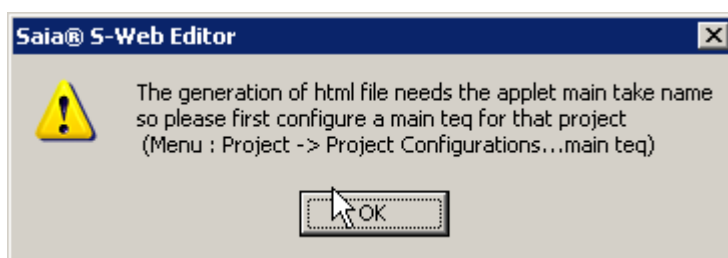
Stejně jako v HMI Editoru, tak i ve S-WEB Editoru se pracuje s globálními proměnnými. Nyní následuje popis jednotlivých prvků, které lze na webové stránce použít.

-  Statický text
-  Víceřádkový text
-  Přímka
-  Obdélník
-  Elipsa
-  Mnohoúhelník
-  Obrázek – je možné vkládat pouze obrázky formátu GIF
-  Editovací pole
-  Tlačítko
-  Sloupcový graf
-  Makro – pouze součástí verze S-WEB Editoru Advanced

Prvky se na stránku vkládají tak, že se myší klikne na příslušný prvek a na ploše stránky se vybere plocha, kam se má prvek vložit.

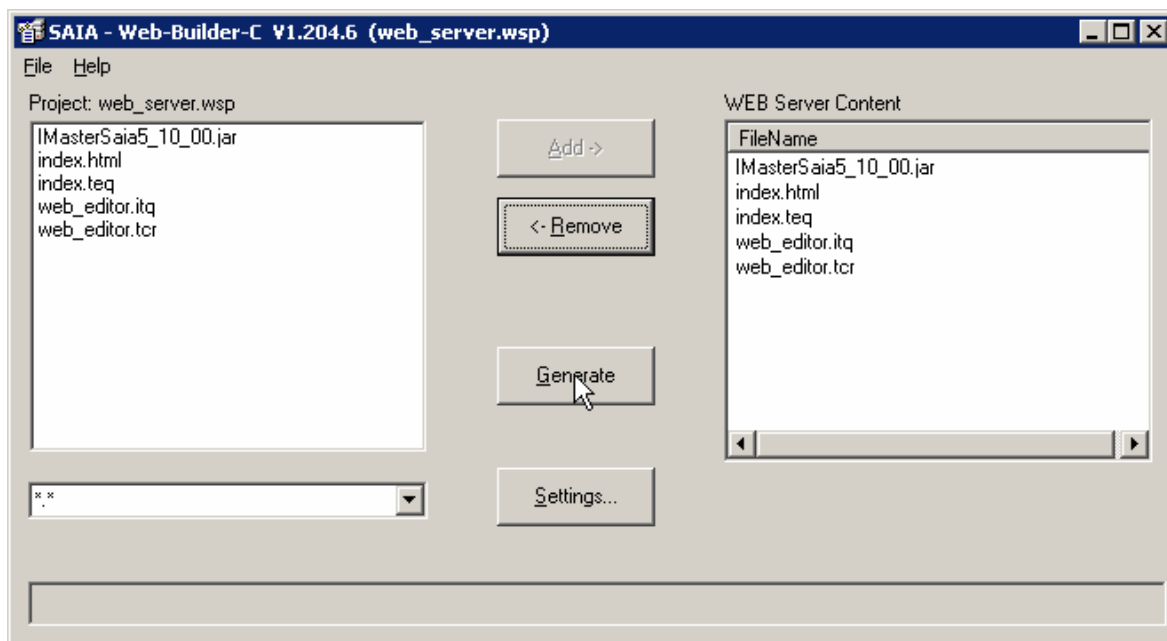
U většiny prvků se dá nastavit několik užitečných parametrů, jako například změna textového obsahu na základě obsahu proměnné v PCD, změna barvy pozadí, popředí, umístění objektu, atd..

Po nadefinování všech prvků a jejich funkční logiky je potřeba vygenerovat zdrojové kódy. Při prvním generování je možné, že se zobrazí varovné okno (Obr. 29). Řešení je jednoduché. V *Project -> Project Configurations...* nastavit položku *main teq* na hlavní *teq* soubor. Po této úpravě už generování proběhne v pořádku. Je možné si všimnout toho, že v seznamu pracovních souborů přibyl HTML soubor, jehož název je odvozen z názvu projektu.



Obrázek 29: Varovné hlášení - není definován TEQ soubor

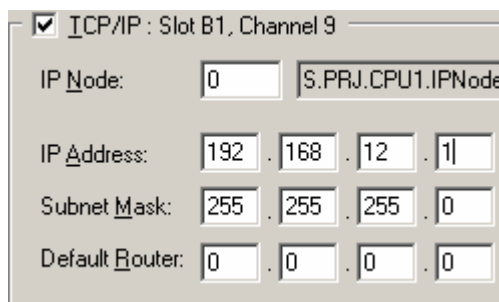
V další fázi je nutné v PG5 přidat nový projekt (soubor) typu Web Server Project (.wsp). Po potvrzení se zobrazí program Web-Builder-C (Obr. 30), který slouží k zakomponování souborů S-WEB Editoru do společného projektu, který se následně zavede do PLC. Program se skládá ze 2 oken, levé okno obsahuje seznam všech souborů používaných v projektu S-WEB Editoru, všechny soubory se označí a pomocí příkazu *Add ->* se přesunou do pravé části okna. Následně se použije příkaz *Generate*. Po skončení operace program zobrazí informační okno o ukončení generování a je možné celý projekt nahrát do PCD.



Obrázek 30: Prostředí programu WEB Builder

## 6.2 Nastavení komunikace mezi PLC a PC

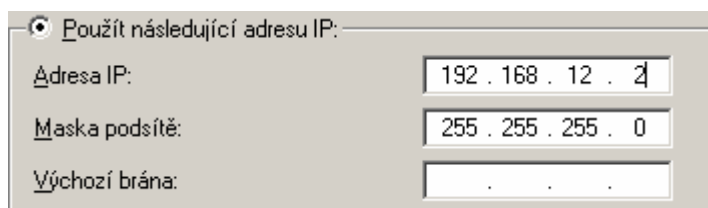
V našem případě se bude používat *PCD3.M5540* a klasické stolní PC, tato dvě zařízení budou spolu propojena síťovým kabelem (může být přímý i křížený). V první fázi je nutné v *Settings -> Hardware -> TCP/IP* (Obr. 31) nastavit IP adresu včetně síťové masky a toto uložení nahrát zpět do PCD.



Obrázek 31: Nastavení IP adresy a síťové masky

V další fázi je nutné nastavit IP adresu a síťovou masku v PC (Obr. 32). IP adresa PC se v tomto případě musí lišit v posledním trojčíslí vzhledem k PLC (souvisí se síťovou maskou).





Použít následující adresu IP:

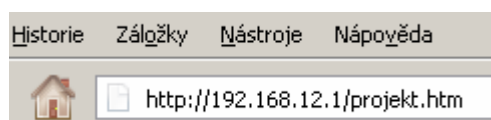
Adresa IP: 192 . 168 . 12 . 2

Maska podsítě: 255 . 255 . 255 . 0

Výchozí brána: . . .

Obrázek 32: Nastavení IP adresy a síťové masky v PC

Následně se otevře některý z internetových prohlížečů (klientů) a do pole adresy se zadá IP adresa PLC následovaná lomítkem a názvem úvodního HTML souboru (Obr. 33).

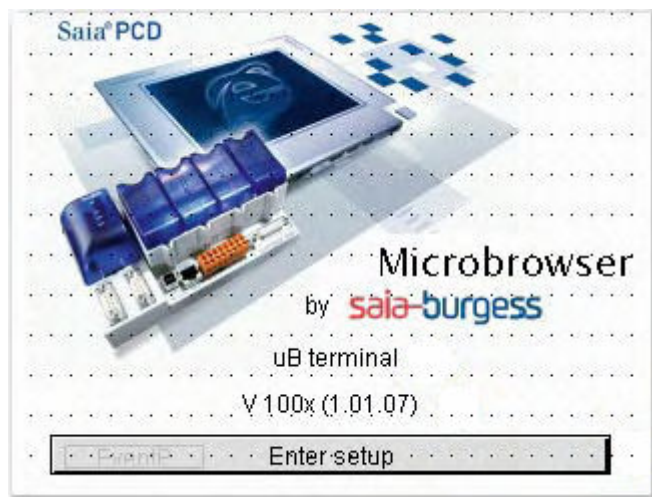


Obrázek 33: Zadání adresy stránky v PLC

**Upozornění:** Je nutné, aby v počítači bylo nainstalováno Java Runtime Environment, neboť stránky vytvořené v S-WEB Editoru používají prvky využívající Javu. V opačném případě tyto stránky nebudou fungovat.

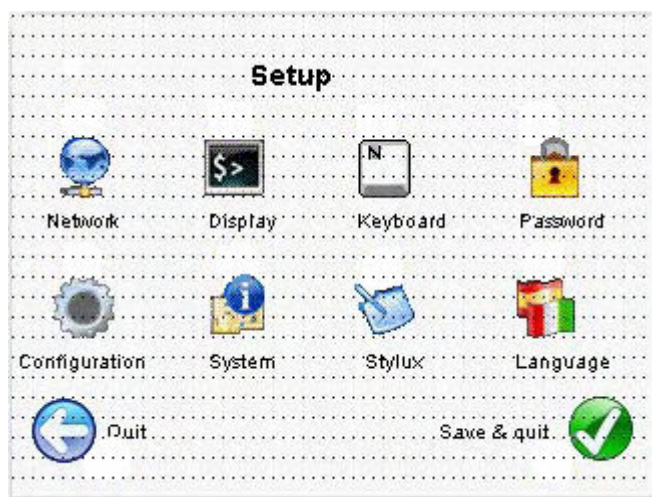
### 6.3 PCD7.D4 jako náhrada PC

V seznamu použitých přístrojů je uveden tzv. MicroBrowser PCD7.D4. Tento přístroj je opravdu možné použít jako náhradu běžného PC. Navíc je v průmyslovém provedení, to znamená, že snese mnohem těžší zacházení než klasické PC a má mnohem menší rozměry. U tohoto přístroje je však nutné nastavit IP adresu PCD, že kterého má číst a název stránky, kterou má načíst jako první. Nastavení těchto parametrů se provede tak, že po spuštění napájení MicroBrowseru se na jistý časový úsek zobrazí úvodní obrazovka terminálu s velkým tlačítkem pro vstup do nastavení (Obr. 34). Pomocí dotykové obrazovky se toto tlačítko stiskne a terminál se tak dostane do tzv. servisního menu.



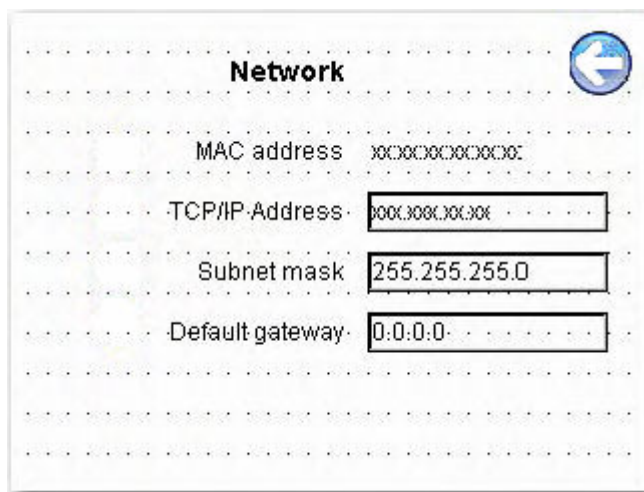
Obrázek 34: Úvodní obrazovka

V servisním menu (Obr. 35) je několik ikonek, při jejichž stisku se zobrazí další vnořené okno s parametry nastavení.



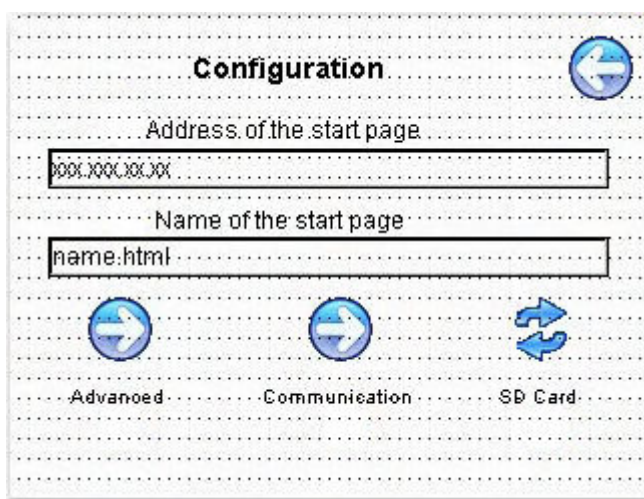
Obrázek 35: Menu s možnostmi nastavení

V našem případě je nejdůležitější ikona s názvem Network a Configuration. Na kartě Network se nastavuje IP adresa a síťová maska MicroBrowseru (Obr. 36).



Obrázek 36: Nastavení síťových parametrů MicroBrowseru

Na kartě Configuration (Obr. 37) se nastavuje IP adresa zdrojového PLC a startovní stránka, která se má načíst jako první.



Obrázek 37: Nastavení startovní stránky

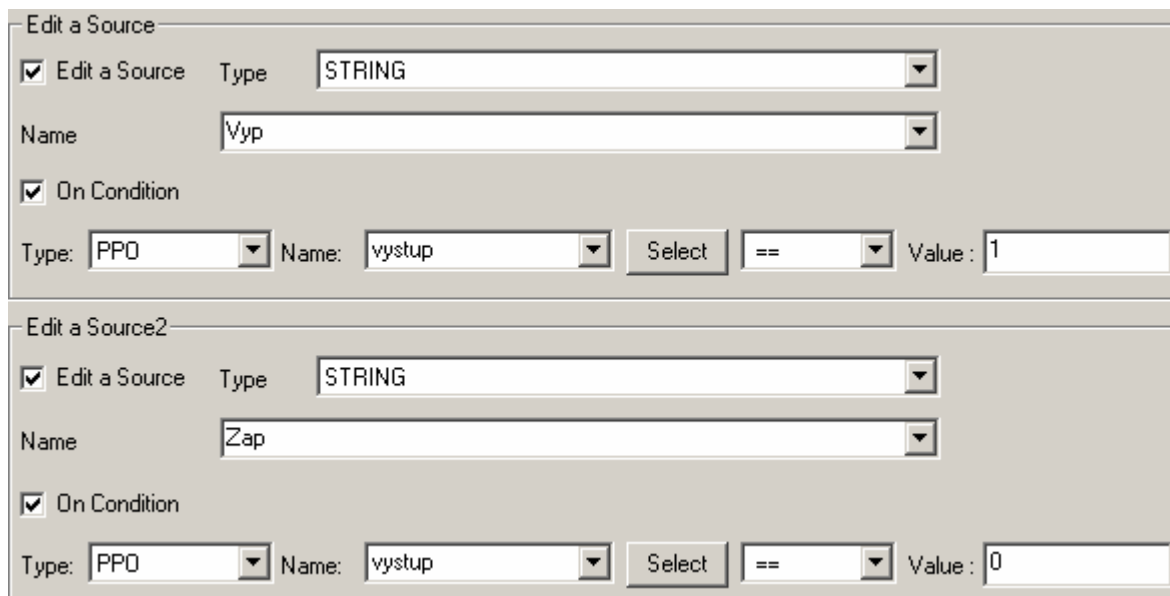
Editace textových hodnot se provádí tak, že se na místě editovacího pole dotkne dotykové obrazovky. V tom okamžiku se na panelu zobrazí virtuální klávesnice, pomocí níž je možné psát texty.

Po dokončení všech změn se klikne na ikonu Save & Suit. Po chvíli by měl MicroBrowser se připojit k PLC a načíst požadovanou stránku.

## 6.4 Příklad

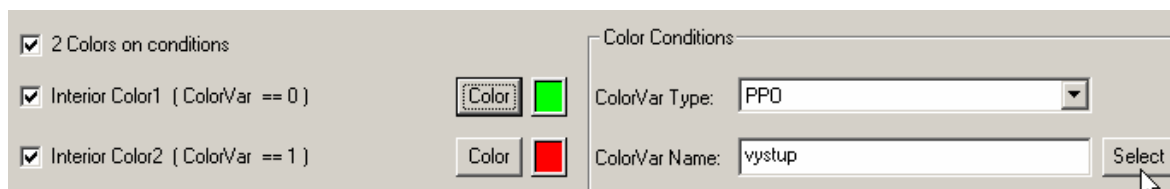
Nyní bude uveden malý příklad, kde bude vytvořen projekt umožňující pomocí tlačítka měnit binární výstup na *PCD3.M5540*.

1. V seznamu globálních proměnných se vytvoří nová proměnná s názvem *vystup* s adresou *O 16*.
2. Poté se do projektu přidá projekt (soubor) typu *Web Editor Project (\*.prj)*. Název souboru je *web\_ovladani*.
3. V otevřeném *S-WEB Editoru* se přidá nový soubor *teq* pomocí sledu příkazů *Project -> Add To Project -> New....* Název *teq* souboru se použije *ovladani*.
4. V *Project -> Project Configurations... -> Project - Teq Configurations* se nastaví položka *main teq* na *ovladani.teq*.
5. V panelu prvků se vybere prvek Buton (tlačítko) a umístí se na plochu. Poté se na toto tlačítko dvakrát klikne a tím se zobrazí okno s jeho vlastnostmi, které obsahuje několik záložek. V tomto příkladě se procvičí změna textu a barva pozadí tlačítka na základě hodnoty výstupu a samotná funkce nastavení výstupu.
  - Změna textu – obsah textu se provádí na kartě *Repaints* (Obr. 38), kde se nachází 2 sekce, *Edit a Source* a *Edit a Source 2*. V sekci *Edit a Source* ve volbě *Type* se ponechá volba *STRING* a *Name* se přepíše na *Vyp*. Hodnota *Name* obsahuje popisek, který se zobrazí na tlačítku. Poté se zaškrtnou volba *On Condition* (za podmínky). Zobrazí se několik dalších voleb. Volba *Type* se nastaví na *PPO* (globální proměnné), následně se zobrazí tlačítko *Select*, po jeho aktivaci se zobrazí seznam všech globálních proměnných. V seznamu se vybere proměnná *vystup* a potvrdí. V poli *Value* se zadá hodnota 1. Je určitě zřejmé, co celý tento řádek dělá. Jestliže hodnota proměnné *vystup* je 1, tak popisek tlačítka je *Vyp*. Nyní se zaškrtnou volba *Edit a Source* v sekci *Edit a Source 2*. Zde se provede totožný postup s tím rozdílem, že popisek tlačítka bude *Zap* a podmínka, že hodnota proměnné *vystup* bude rovna 0.



Obrázek 38: Nastavení obsahu textu na základě hodnoty proměnné

- Změna barvy – změna barvy na základě proměnné se provádí na záložce *Border Advanced* (Obr. 39). Zaškrtně se volba *2 Colors on condition* a zároveň *Interior Color 1 (ColorVar == 0)* a *Interior Color 2 (ColorVar == 1)*. Následně se vedle zobrazí tlačítka *Color* pro výběr barvy podle stavu proměnné a v pravé části se opět vybere název bitové proměnné (*ColorVar Type: PPO; ColorVar Name: vystup*).



Obrázek 39: Změna barvy na základě hodnoty proměnné

- Funkce tlačítka – dosažení toho, aby po stisku tlačítka nastavila hodnota proměnné *vystup* na 0 nebo 1, se provede na záložce *Action Toggle Increment Variables* (Obr. 40). Zaškrtně se volba *Toggle* v sekci *Toggle Buton*. Opět se už zobrazí známe funkce pro nastavení názvu proměnné a možnost nastavit hodnotu pro každý stav.

Toggle Button

Toggle      Type: PPO

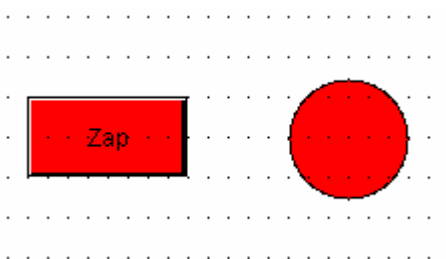
Name: zap      Select

Toggle String 0: 0


Toggle String 1: 1

Obrázek 40: Nastavení hodnot pro jednotlivé stavy tlačítka

6. Po nadefinování parametrů tlačítka se vybere v seznamu prvku Elipse (elipsa) a na ploše se umístí hned vedle tlačítka. V tomto příkladě bude měnit elipsa svoji barvu pozadí na základě hodnoty proměnné výstup. Barva pozadí se nastaví stejným způsobem jako u tlačítka.



Obrázek 41: Výsledný program

7. Nyní se provede vygenerování pomocí příkazu *Build All* 

**Upozornění:** Pokud se nenastaví v *Project -> Project Configurations -> main teq* na název úvodního *teq* souboru, zpravidla *index.teq*, tak se před kompilací zobrazí varovné hlášení (Obr. 29).

8. Do projektu PG5 se přiřadí soubor typu Web Server Project (\*.wsp), přesunou se všechny soubory na pravou stranu programu a použije se příkaz *Generate* (Obr. 30).
9. Následně se provede kompilace celého projektu a nahrání do PLC.
10. Po propojení PC s PLC se spustí webový prohlížeč a do adresy se zadá nast. IP adresa PCD následovaná lomítkem a souborem projekt.html (např.: *http://192.168.12.1/projekt.html*). Po načtení webové stránky se pomocí tlačítka může měnit hodnota výstupu O 16 (na PCD3.M5540 „Workshop“ signalizováno diodou) z 0 na 1.

Laboratorní úloha je uvedena v samostatné příloze v kapitole *Laboratorní úlohy* ->  
*SAlA* -> *Ovládání modelu automatické pračky pomocí PCD2.M110 webového klienta.*

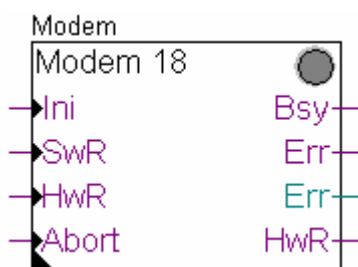
## 7 OVLÁDÁNÍ SMS

PCSI.C622 je v našem případě vybaveno mimo jiné i GSM modulem PCSI MC35. To umožňuje vytvořit další směsici úloh, v nichž je možné pro ovládání použít kromě operátorského panelu, počítače i mobilní telefon. Princip ovládání PLC pomocí mobilního telefonu spočívá v posílání SMS zpráv, jejichž obsah je tvořen DMTF příkazy, pomocí nichž se dají nastavovat hodnoty proměnných v PLC. PLC samozřejmě nemusí jen SMS zprávy přijímat, ale dokáže je i odesílat na mobilní telefon. Pro všechny tyto operace slouží FBoxy v záložce Application ve skupinách Modem, Modem SMS a Modem DMTF.

**Upozornění:** V následujících odstavcích se předpokládá, že SIM karta nepoužívá blokování formou PIN kódu. Jestliže ano, stačí tento kód v kterémkoliv mobilním telefonu deaktivovat. V opačném případě se nebude možné přihlásit do sítě!!!

### 7.1 Nastavení GSM modulu

V prvním kroku se musí provést nastavení základních konfiguračních parametrů pro komunikaci PLC a GSM modulu. Jedná se zejména o číslo kanálu, komunikační rychlost a typ modemu. Toto nastavení se provádí ve FBoxu *Modem Driver 18* (Obr. 42), který se nachází v *Application -> Modem*.



Obrázek 42: FBox Modem Driver 18

#### Popis vstupů

Ini – slouží k inicializaci GSM modulu  
 SwR – slouží k softwarovému resetu GSM modulu  
 HwR – slouží k hardwarovému resetu GSM modulu  
 Abort – přerušování práce GSM modulu

#### Popis výstupů

Bsy - zaneprázdněn  
 Err – detekce chyby  
 Err – číslo chyby  
 HwR – signalizace hardwarového resetu

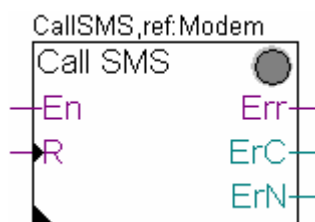


Parametry FBoxu

- Channel – číslo sériového kanálu (v případě PCS1 Channel 0)
- Handshake – v případě PCS1 nastavit na PGU Switched (zna mená přepínání mezi GSM modulem a PGU portem)
- Default Standby mode - Default
- Default Transmission speed – 9600 bps
- Default Bits-Parity-Stop – 8-N-1
- Modem Type – PCS1 MC35
- Dial signal - GSM
- Answer mode – Default
- Objects for HMI Editor in Call FBox - Yes

**7.2 Posílání SMS**

Při posílání SMS je nutné nastavit parametry pro komunikaci GSM modulu s SMS centrem. Toto nastavení se provede ve FBoxu Call SMS (Obr. 43) nacházejícího se v Application -> Modem SMS.



Obrázek 43: Fbox Call SMS

Vstupy

En - naváže komunikaci s SMS centrem

R – přeruší aktuální činnost

Výstupy

Err - chyba

ErC – kód chyby

ErN – počet chyb

Parametry FBoxu

- SMS Server – do polí Tf number 1...3 (Obr. 44 )se vepíše telefonní číslo SMS centra daného operátora (v našem případě, kdy je použit operátor Vodafone je číslo +420 608 005 681). Každé pole přijme maximálně 8 znaků

----[ SMS Server ]----		
Tf number 1 ...	>	+420608
Tf number 2 ...	>	005681
Tf number 3 ...	>	

Obrázek 44: Nastavení parametru Tf number 1...3

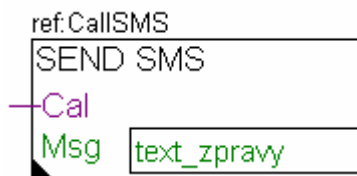
- Protocol option – GSM- Text
- Transmission speed – 9600 bps
- Bits-Parity-Stop – 8-N-1
- Destinations – v této sekci se dá vložit až 8 telefonních čísel, na které se mohou případně posílat SMS. V našem případě se SMS zpráva posílá na číslo +420 728 066 521. Telefonní číslo se vkládá do políček Destination 1...8 (Obr. 45). Pole Service prefix slouží pouze pro speciální účely.

----[ Destinations ]----			
Service prefix	>		<
Destination 1	>	+420728	<
..	>	066521	<

Obrázek 45: Nastevní parametru Destination 1

- Ostatní parametry tohoto FBoxu se mohou nechat nastavené standardně tak, jak jsou.

Pro samotné posílání SMS se statickým SMS se používá FBoxu SEND SMS (Obr. 46) umístěného opět v Application -> Modem SMS.



Obrázek 46: FBox Send SMS

### Vstupy

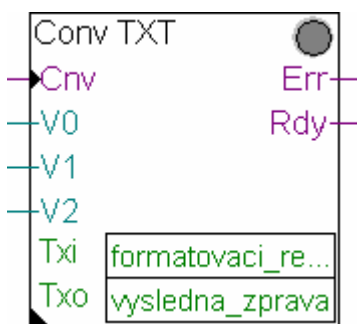
**Cal** – po příchodu náběžné hrany odešle SMS na telefonní číslo definované indexem v seznamu ve FBoxu Call SMS.

**Msg** – do tohoto pole se zadá název proměnné obsahující text odesílané zprávy. Tato proměnná musí být definována jako typ text.

### Parametry FBoxu

- **Destination** – index telefonního čísla, na které se má číslo poslat. Hodnota indexu je mezi 1...8, protože i do samotného seznamu je možné vložit maximálně 8 telefonních čísel.

V praxi se samozřejmě nedá spokojit pouze s posíláním statického textu. V praxi je třeba zaslat třeba aktuální hodnotu teploty, vlhkosti, atd.. Pro tento případ se používá FBox Convert text Integer (Obr. 47) umístěného v Application -> Modem SMS. Princip tohoto FBoxu je jednoduchý. Jako vstupní text se použije text se speciálním formátováním, kdy za speciální symboly se dosadí hodnoty proměnných, kterých může být až 8. Jestliže se má takováto zpráva poslat, pošle se na vstup Cnv náběžná hrana, to zapříčiní zpracování výsledného textu zprávy a stav konce zpracování je signalizován výstupem Rdy. Tento výstupní signál je možné použít na vstup Cal FBoxu Send SMS, který zajistí poslání SMS.



Obrázek 47: FBoc Convert text Integer

Vstupy

- Cnv – náběžná hrana na vstupu spustí zpracovávání výsledné zprávy
- V 0...7 – proměnné, které se použijí při nahrazení symbolů ve výsledné zprávě, proměnných může být maximálně 8
- Txi – název textové proměnné, ve které je definován formátovací řetězec
- Txo – po konci formátování je v této proměnné uložena výsledná zpráva

Výstupy

- Err – chyba při konverzi, například není možné zapsat data do výstupní proměnné
- Rdy – logická jedna značí dokončenou konverzi

Parametry FBoxu

- Format variable 0...7 – u jednotlivých proměnných 0...7 je možné definovat formát jejich zobrazení ve výsledné zprávě (s nebo bez desetinné čárky)

Příklad formátovacího řetězce

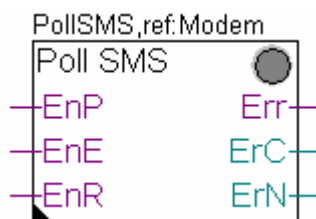
Vnitřní teplota: \$ °C, Venkovní teplota: \$ °C, Vlhkost: \$ %

Příklad výsledné zprávy

Vnitřní teplota: @21.3@ °C, Venkovní teplota: @15.2@ °C, Vlhkost: @64@ %

### 7.3 Příjem SMS

Jak již bylo dříve zmíněno, obsah SMS zprávy je tvořen DTMF příkazy. Je předpokládáno, že je opět správně použit a nastaven FBox Modem Driver. Dále je nutné povolit příjem SMS, čehož se docílí FBoxem Poll SMS (Obr. 48) umístěného v Application -> Modem SMS.



Obrázek 48: FBox Poll SMS

Vstupy

EnP – povoluje příjem SMS

EnE – povoluje zpracování obsahu SMS

EnR – povoluje odpověď na příchozí zprávu

Výstupy

Err – indikace chyby

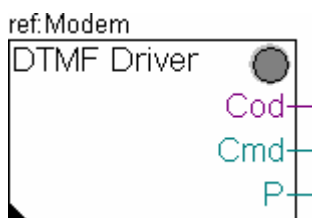
ErC – kód vzniklé chyby

ErN – počet chyb

Vlastnosti FBoxu

- Transmission speed – 9600 bps
- Bits-Parity-Stop – 8-N-1
- SMS Protocol – DTMF
- Max pooling interval [s] – maximální čas, za který se musí zkontrolovat seznam nově přijatých zpráv (a jejich následné zpracování, pokud je povoleno vstupem EnE).
- Min pooling interval [s] – pokud se načte seznam nově přijatých zpráv, tak tento čas znamená, po jak dlouhou dobu se nesmi načíst další
- Confirmation option – zde se nastavuje, zda se má odpovídat na příchozí zprávu, pokud ano, tak jestli se má odpovědět odesílateli zprávy (volba Replay), a nebo na pevně stanovené číslo (volba Destination), které je uvedené v polích Destination....

Dále je nutné použít FBox DTMF Driver (Obr. 49) umístěného v *Application* -> *Modem DTMF*, u tohoto FBoxu není nutné nastavovat žádné parametry (za předpokladu, že název reference na Modem Driver 18 zůstala defaultní, tedy Modem).



Obrázek 49: FBox DTMF driver

Výstupy

Cod – pokud je logické jedna, značí, že vložený kód je správný, v opačném případě je v logické nule

Cmd – zobrazí poslední zadaný příkaz

P 0...3 – zobrazí poslední 3 parametry

Parametry FBoxu

- Channel – standardně je nastavena hodnota By reference. Pokud se neměnil název reference FBoxu Modem Driver 18, je možné tuto hodnotu ponechat.
- Access code – pokud nemá SIM nastavené PIN, ponechat hodnotu 0.

Pro nastavování logických hodnot slouží FBox DTMF USet (Obr. 50) umístěného v *Application -> DTMF*.



Obrázek 50:FBox DTMF USet

Vstupy

Res – po příchodu náběžné hrany vynuluje všechny binární výstupy F 0...9

Výstupy

F 0...9 – výstupy, které je možno nastavit do logické 1 nebo 0

Parametry FBoxu

- Function code – číslo boxu, které může nabývat hodnoty 500...549, toto číslo je velice důležité, neboť se používá v SMS zprávě pro ovládání.

Příklad SMS zprávy pro nastavení výstupu číslo 4 do logické jedna.

1#500 \* 4 \* 1#

Popis příkazu v SMS zprávě

- 1 – aktivace funkce DTMF serveru
- # - oddělovač DTMF příkazů
- 500 – identifikátor, který je nastaven jako parametr Function code v FBoxu DTMF USet
- \* - oddělovač mezi identifikátorem FBoxu a číslem výstupu FBoxu
- 4 – číslo výstupu, který se má nastavit
- \* - oddělovač mezi čísel výstupu a hodnotou, na kterou se má nastavit
- 1 – hodnota, na kterou se má nastavit příslušný výstup konkrétního FBoxu
- # - ukončovací znak DTMF příkazu

Tato zpráva se následně pošle na číslo příslušející SIM kartě vložené do GSM modulu. Pokud je nastaven režim odpovídání, tak by měla přijít SMS o potvrzení provedení operace v tomto tvaru.

1#500 \* 4 \* 1#OK nebo 1#500 \* 4 \* 1#ERR

Pro nastavování analogových hodnot slouží FBox DTMF UPar (Obr. 51) umístěný v *Application -> DTMF*.



Obrázek 51: FBox DTMF UPar

Vstupy

Res – po příchodu náběžné hrany vynuluje všechny analogové výstupy P 0...9

Výstupy

P 0...9 – výstupy, kterým je možno přiřadit celé číslo. Pokud je třeba přiřadit záporné číslo, tak před požadované číslo se za oddělovačem napíše hvězdička navíc

Parametry FBoxu

- Function code – číslo boxu, které může nabývat hodnoty 600...649, toto číslo je velice důležité, neboť se používá v SMS zprávě pro ovládání.

Příklad SMS zprávy pro nastavení výstupu číslo 4 na hodnotu 546.

1#600 \* 4 \* 546#

Příklad SMS zprávy pro nastavení výstupu číslo 4 na hodnotu -546.

1#600 \* 4 \*\* 546#

#### Popis příkazu v SMS zprávě

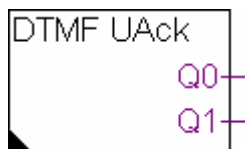
- 1 - aktivace funkce DMTF serveru
- # - oddělovač DMTF příkazů
- 600 – identifikátor, který je nastaven jako parametr Function code v FBoxu DTMF  
UPar
- \* - oddělovač mezi identifikátorem FBoxu a číslem výstupu FBoxu
- 4 – číslo výstupu, který se má nastavit
- \* - oddělovač mezi číslem výstupu a hodnotou, na kterou se má nastavit
- 546 (\*546) – hodnota, na kterou se má nastavit příslušný výstup konkrétního FBoxu
- # - ukončovací znak DMTF příkazu

Tato zpráva se následně pošle na číslo příslušející SIM kartě vložené do GSM modulu. Pokud je nastaven režim odpovídání, tak by měla přijít SMS o potvrzení provedení operace v tomto tvaru.

1#600 \* 4 \* 546#OK nebo 1#600 \* 4 \* 546#ERR

Pro uživatelské potvrzení některého stavu slouží FBox DTMF UAck (User Acknowledgement) (Obr. 52) umístěného v *Application -> DTMF Driver*. Tento FBox funguje tak, že požadovaný výstup nastaví po dobu jedné sekundy do logické jedna a po této době zpět do logické nuly.





Obrázek 52: DTMF UAck

### Výstupy

Q 0...9 – logické výstupy

### Parametry FBoxu

- Function code – 250...299, identifikátor FBoxu

Příklad SMS zprávy pro nastavení výstupu 3 bloku 250 po dobu jedné sekundy do logické 1

1#250 \* 3#

Laboratorní úlohy jsou uvedeny v samostatné příloze v kapitole *Laboratorní úlohy - > SAIA...*

- *Ovládání modelu automatické pračky pomocí PCD2.M110 a SMS zpráv*
- *Posílání SMS pomocí GSM modulu PCS1 MC 35*
- *Příjem SMS pomocí GSM modulu PCS1 MC 35*

## 8 SÍŤĚ

Poslední kapitola této bakalářské práce se věnuje propojováním PCD do sítě. Do této chvíle totiž v úlohách figurovalo vždy jen jedno PLC jako řídicí prvek, nicméně použitá PLC obsahují technické prostředky pro síťovou komunikaci mezi sebou navzájem.

Teorie propojování PLC do vzájemně komunikující sítě je velice rozsáhlá a sama za sebe by vydala na další bakalářskou či diplomovou práci. V následujících odstavcích bude popsána možnost komunikace po RS 485, Ethernetu. V případě RS 485 se bude jednat o komunikaci typu Master-Slave pomocí protokolu Serial S-Bus. V případě Ethernetu se bude jednat o komunikaci typu Multi-Master pomocí protokolu Ether S-Bus. Dále bude popsána možnost funkce Gateway, která umožňuje průchodu dat a programovacích služeb přes různé sítě.

### 8.1 Komunikace Master-Slave

Komunikace Master-Slave znamená, že v síti je pouze jeden nadřízený prvek - Master, který může vysílat a přijímat data od ostatních podřízených prvků - Slave. V našem případě jako Master je použito PCD3.M5540 a jako Slave PCS1.C622. K propojení těchto dvou prvků je použita sběrnice RS 485 a protokol Serial S-Bus.

#### 8.1.1 Nastavení PCD3.M5540

Při zapojení PLC do sítě je potřeba vždy provést několik úkonů. V prvním případě je to především zapojení komunikačních linek na hlavní pérovou svorkovnici PCD3.M5540, jedná se celkem o 3 vodiče, z nichž 2 je třeba připojit na vstupy D a /D. Třetí vodič se připojí na samostatnou svorku (GND).

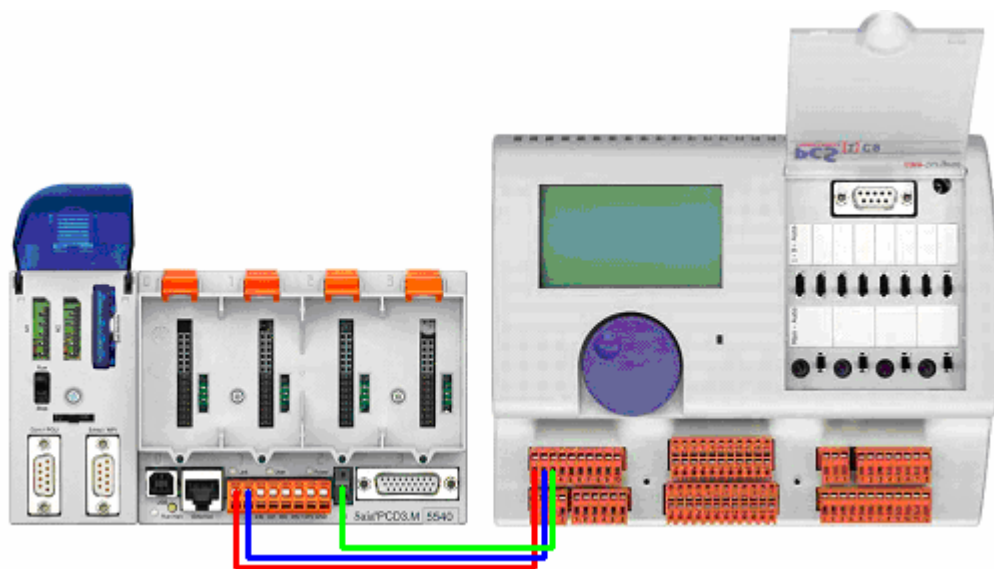
**Upozornění:** *V následujících odstavcích se bude pracovat s více PLC v jednom projektu. Příslušný počet PLC se samozřejmě musí v projektu projevit, neboť do této doby se zatím pracovalo pouze s jedním PLC. Nové další PLC se do projektu přidá pomocí sledu příkazů CPU -> New..., v nově otevřeném dialogovém okně se pouze zadá symbolický název PLC a případně jeho popis. Potvrzením se do seznamu v okně Project programu Project Manager přidá nové PLC*

Dále v *Settings* -> *Hardware* je třeba povolit volbu *S-Bus Support*. *S-Bus Station Number* je nutné zvolit v rozsahu 0 až 254 tak, aby toto číslo bylo jedinečné v rámci jedné sítě.

Na kartě *Serial* je potřeba povolit (zaškrtnout) volbu *Serial S-Bus Port*. Položku *Serial Port* nastavit na 2 (zjištěno z technické dokumentace). *Baud Rate* je možné zvolit i 38400. *S-Bus Mode* nastavit na *Parity*. Toto nastavení uložit do PLC

### 8.1.2 Nastavení PCS1.C622

V případě PCS1.C622 se komunikační linky připojí na svorkovnici X1 na vstupy 1,2,3, kde 1=D, 2=/D, 3=GND. Je nutné dodržet konvenci zapojení, že výstup *D* z PCD3.M5540 se připojí na vstup *D* na PCS1.C622, totéž platí i pro signál */D*, tudíž zde nedochází ke křížení signálů (Obr. 53).



Obrázek 53: Schéma zapojení RS-485

Nastavení v *Settings* -> *Hardware* je následující. Musí se povolit podpora *S-Bus*, *S-Bus Station Number* se musí zvolit jiné, než je zvoleno v PCD3.M5540. Na kartě *Serial* povolit *Serial S-Bus Port*, *Serial Port* nastavit na 3 (zjištěno z technické dokumentace), *Baud Rate* je možné nastavit na 38400 a *S-Bus Mode* na *Parity*. Toto nastavení uložit do PLC.

**Upozornění:** Vzhledem k tomu, že k připojení vodičů se u novějších PLC SAIA používá pérových svorkovnic, je třeba použít šroubovák typu SDI 0,4 x 2,5 x 80 (maximální šířka 2,5mm).

### 8.1.3 Inicializace komunikace

Samotný přenos dat se programuje pomocí FBoxů ve skupině Communication. Pro inicializaci komunikace slouží pro zařízení Master FBox SASI S-Bus Master a pro zařízení Slave FBox SASI S-Bus Slave (Obr. 54). Níže popsané vlastnosti jsou společné pro oba dva FBoxy



Obrázek 54: FBoxy S-Bus Master a Slave

#### Vstupy

Clr – slouží pro resetování chyby komunikace

#### Výstupy

Err – signalizace chyby komunikace

#### Parametry FBoxu

- Channel – číslo kanálu, po kterém probíhá komunikace (v případě PCD3.M5540 to je *Channel 2*, v případě PCS1.C622 *Channel 3*)
- S-Bus Mode – nastavit na *Parity* (nastavení musí být stejné jako v *Settings -> Hardware -> Serial -> S-Bus Mode*)
- Gateway – *No* (v případě, že komunikační port nemá zapnutou podporu *Gateway*, tato funkce bude vysvětlena později)
- RS Type – typ sběrnice, v našem případě nastavit *RS-485*
- Transmission speed – nastavit stejnou rychlost, jako v *Settings -> Hardware -> Serial -> Baud Rate*

### 8.1.4 Vysílání dat

Pro vysílání dat slouží několik FBoxů ve skupině Communication v závislosti na tom, jaký typ dat se vysílá. Pro logické hodnoty se použije FBox Transmit Binary, pro celá čísla Transmit Integer a pro čísla s desetinou čárkou Transmit Float. Všechny 3 FBoxy mají

alespoň 2 vstupy. První vstup povoluje vysílání dat, další vstupy jsou již vstupy pro hodnoty vysílaných hodnot. Dále FBoxy obsahují společné parametry.

- Initialization – No
- IP-Node/Profí-S-Bus Address – 0 (tato položka se vyplňuje hlavně při použití protokolu Profí-S-Bus, Ether-S-Bus)
- Destination Station (S-Bus) – číslo stanice (definované v *Settings->Hardware->S-Bus->S-Bus Station Number*)
- Destination Element – v závislosti na typu vysílaných dat se zde zadá jejich typ
- Destination address – adresa elementu v cílovém PLC.

### 8.1.5 Přijímání dat

U přijímání (čtení) dat platí de facto stejná pravidla jako u vysílání. Pro příjem binárních dat slouží FBox Receive Binary, pro celá čísla Receive Integer, pro čísla s plovoucí desetinou čárkou Receive Float. Všechny 3 FBoxy obsahují vstup RCV, který povoluje příjem dat ze zdrojového PLC. Dále FBoxy obsahují společné parametry.

- Initialization – No
- IP-Node/Profí-S-Bus Address – při použití protokolu Profí-S-Bus, Ether-S-Bus
- Source Station (S-Bus) – číslo stanice (definované v *Settings->Hardware->S-Bus->S-Bus Station Number*)
- Source Element – v závislosti na typu vysílaných dat se zde zadá jejich typ
- Source address – adresa elementu v cílovém PLC.

Laboratorní úloha je uvedena v samostatné příloze v kapitole *Laboratorní úlohy -> SAIA -> Propojení dvou PCD2.M110 (M120) do sítě RS-485*.

## 8.2 Komunikace Multi-Master

Hlavní rozdíl v komunikaci Multi-Master oproti Master-Slave je v tom, že v síti může být více Master zařízení. Pro komunikaci byl využit Ethernet a protokol Ether-S-Bus. Protože PCS1.C622 neobsahuje rozhraní pro Ethernet, byly pro tuto komunikaci použity dvě PCD3.M5540.

### 8.2.1 Nastavení PCD3.M5540

V první části se připojí síťový kabel na příslušný konektor RJ45 (Obr. 57). Pokud není k dispozici switch, je možné obě PCD3.M5540 propojit přímo (přímý nebo křížený kabel). V *Settings* -> *Hardware* se musí povolit podpora *S-Bus* (je nutné, aby každé PLC mělo rozdílnou adresu *S-Bus Station Number*). Dále na kartě TCP/IP (Obr. 55-56) je nutné nastavit položku *IP Node*, *IP Address* a *Subnet Mask*. Síťová maska musí být na každém PLC v jedné síti stejná, IP adresa se musí lišit v závislosti na síťové masce. Položka *IP Node* musí být v rámci sítě taktéž jedinečná, navíc se potom používá jako identifikátor PLC v FBoxech pro příjem a vysílání dat v položce *IP Node*. Zvolené nastavení samozřejmě nahrát zpět do PLC.

✓ TCP/IP : Channel 9

IP Node: 1 S.PRJ.CPU1.IPNode

IP Address: 192 . 168 . 12 . 1 PGU Port:

Subnet Mask: 255 . 255 . 255 . 0 Slave:

Default Router: 0 . 0 . 0 . 0

Network Groups...

Obrázek 55: Nastavení síťových parametrů u prvního PLC

✓ TCP/IP : Channel 9

IP Node: 2 S.PRJ.CPU1.IPNode

IP Address: 192 . 168 . 12 . 2 PGU Port:

Subnet Mask: 255 . 255 . 255 . 0 Slave:

Default Router: 0 . 0 . 0 . 0

Network Groups...

Obrázek 56: Nastavení síťových parametrů u druhého PLC

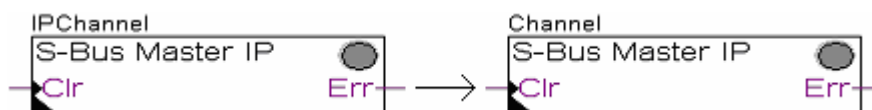


Obrázek 57: Schéma zapojení PLC do sítě Ethernet

### 8.2.2 Inicializace komunikace

Pro inicializaci síťové komunikace slouží FBox SASI S-Bus Master IP (Obr. 58). Vstupy a výstupy tohoto FBoxu mají stejnou funkci jako v případě FBoxu SASI S-Bus Master. Parametry FBoxu jsou pouze 2, a sice číslo kanálu, na kterém probíhá komunikace, v případě PCD3.M5540 se jedná o *Channel 9* (zjištěno z technické dokumentace), hodnota položky *Gateway* se může ponechat na *No*.

Protože se nyní jedná o komunikaci Multi-Master, je třeba, pokud se budou data posílat oběma směry, toto nastavení Fboxů provést v obou PLC. Způsob komunikace Multi-Master umožňuje tzv. událostně řízenou komunikaci, což v případě komunikace Master-Slave není možné.



Obrázek 58: FBoxy S-Bus Master IP a Slave IP

**Upozornění:** Po vložení FBoxu SASI S-Bus Master IP na stránku má reference na FBox hodnotu *IPChannel*. FBoxy pro příjem a vysílání dat po vložení na stránku ale mají standardní odkaz na referenci *Channel*. Při kompilaci programu by toto nastavení vyvolalo chybu. Je tedy nutné toto opravit. Nejjednodušší varianta je změnit název reference u FBoxu SASI S-Bus Master IP na hodnotu *Channel*, neboť na tuto hodnotu standardně odkazují FBoxy pro příjem a vysílání. Změna názvu reference se provede poklikáním nad textem reference (*IPChannel*), objeví se dialogové okno s textovým polem pro změnu hodnoty reference.

### 8.2.3 Vysílání a přijímání dat

Pro vysílání a přijímání dat slouží stejné FBoxy jako v případě komunikace Master-Slave. Protože se nyní ale využívá protokol Ether S-Bus, je potřeba vyplnit i položku *IP Node/Profi-S-Bus Address* hodnotou, která je definována v *Settings->Hardware->TCP/IP->IP Node*.

Laboratorní úloha je uvedena v samostatné příloze v kapitole *Laboratorní úlohy -> SAIA -> Propojení dvou PCD3.M5540 do sítě Ethernet*.

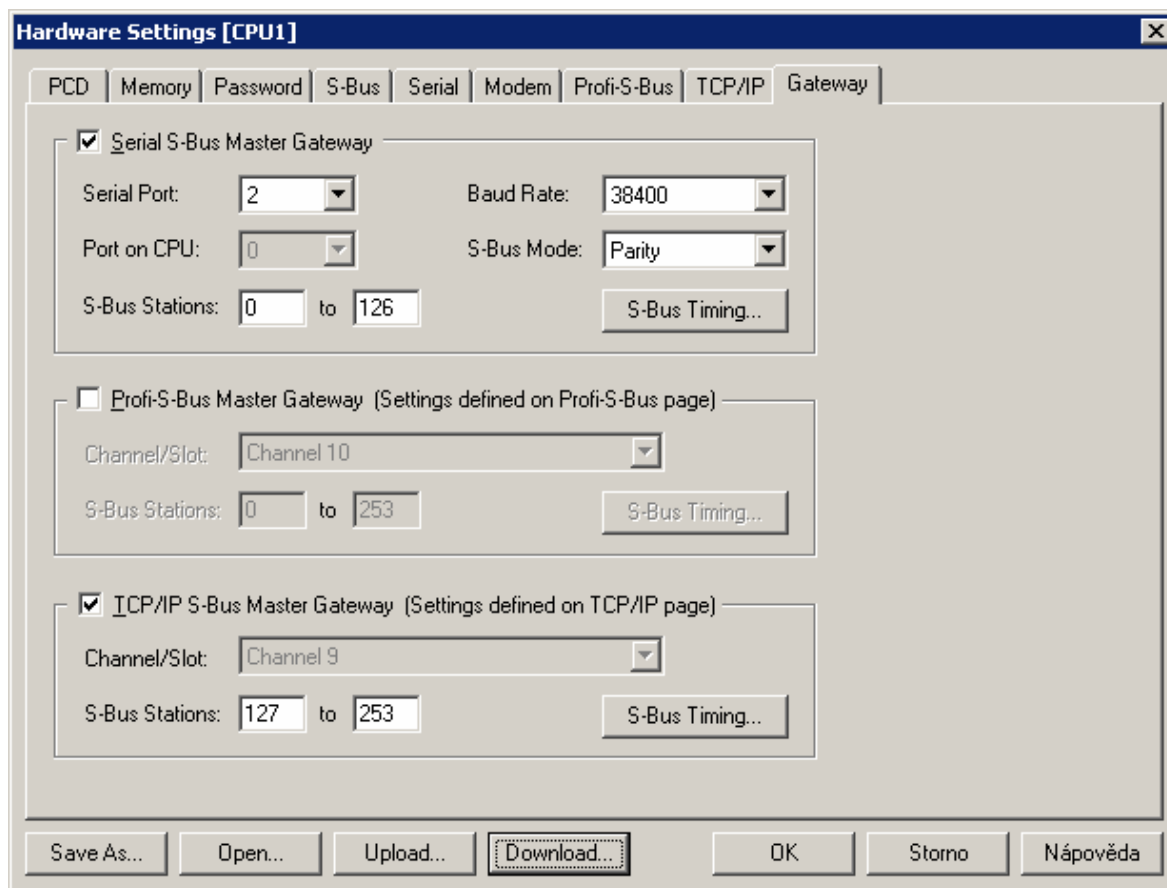
## 8.3 Funkce Gateway

Jak již bylo v úvodu řečeno, funkce *Gateway* umožňuje průchod dat i programovacích služeb přes sítě různých typů, čehož se dá využít různými způsoby. V prvním případě je možné využít této funkce v situaci, kdy je PC připojeno jedním kabelem (třeba USB) k jednomu PLC a toto PLC zprostředkovává přístup k ostatním PLC v síti. Tudiž veškeré operace jako je nahrávání, testování programu, atd.. je možné provést přes jedno připojení k jedinému PLC. Dalším příkladem je například síť, kde dvě PLC spolu komunikují přes Ethernet a jedno z těchto PLC komunikuje s dalším PLC přes RS 485. Protože se zde již jedná o 2 sítě různého typu, je třeba použití funkce *Gateway*, která zajišťuje tento přenos dat mezi 2 sítěmi různého typu.

### 8.3.1 Programování PLC

Pro následující příklad jsou použity dvě PCD3.M5540 a jedno PCS1.C622. Pro použití funkce *Gateway* je bezpodmínečně nutné mít zapnutou podporu *S-Bus* v *Settings -> Hardware -> S-Bus*. Nastavení funkce *Gateway* se provádí v *Settings -> Hardware -> Gateway* (Obr. 59).





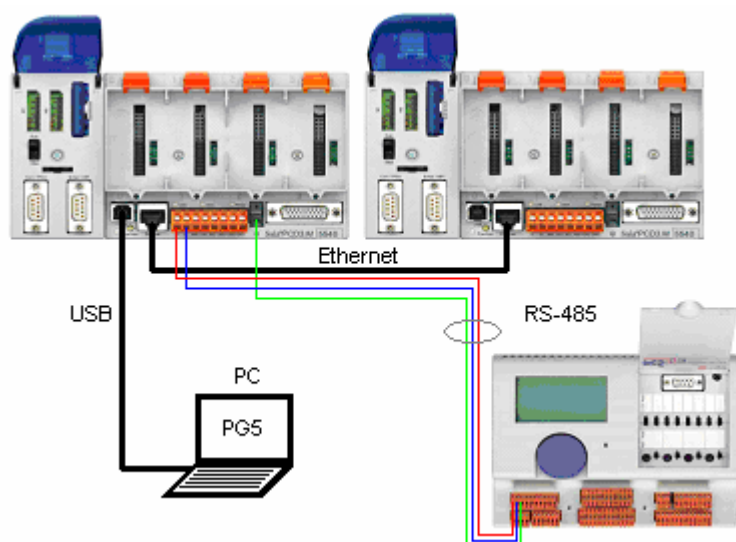
Obrázek 59: Okno Settings -&gt; Hardware -&gt; Gateway

Podle obr. 59 je vidět, že funkci *Gateway* je možné používat zároveň na několika rozhraních současně. V našem příkladě je nastavena funkce *Gateway* na sériový port 2, ke kterému bude přes RS 485 připojeno PCS1.C622. Dále je povolena funkce *Gateway* na síťovém rozhraní, ke kterému bude připojené druhé PCD3.M5540 (Obr. 61). Je zde důležité si povšimnout položky *S-Bus Stations* a rozsahy adres. Je nutné, aby se tyto rozsahy navzájem nepřekrývaly a na základě těchto rozsahů nastavit položku *S-Bus Station Numer* v *Settings -> Hardware -> S-Bus* u jednotlivých PLC.

**Upozornění:** V případě, že je povolena funkce *Gateway* na sériovém portu, je nutné, aby na kartě *Serial* nebyla povolena volba *Serial S-Bus Port*. Opět by zde došlo k překrývání a navíc by ani takové nastavení nešlo nahrát do PLC a zobrazilo by se výstražné hlášení (Obr. 60)!!!



Obrázek 60: Výstražné okno - křížení komunikace



Obrázek 61: Schéma zapojení pro vyzkoušení funkce Gateway

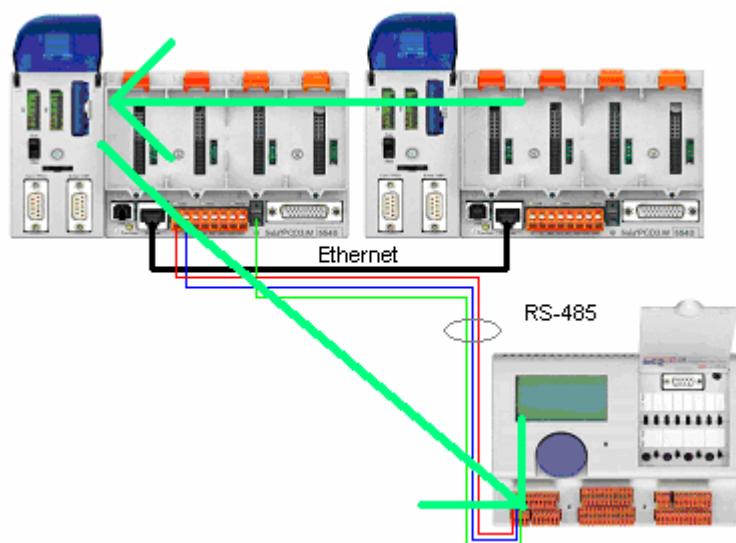
Dále je nutné upravit v nastavení v *Settings* -> *Online* u jednotlivých PLC. V našem příkladě, kdy je PC k hlavnímu PLC (PCD3.M5540) připojeno pomocí USB kabelu, položka *Name* se nastaví na *S-Bus USB*. Dále se v sekci *Connection* zruší volba PGU, tím pádem je možné vložit hodnotu do pole *S-Bus Station*, která je shodná s hodnotou definovanou v *Settings* -> *Hardware* -> *S-Bus* -> *S-Bus Station Numer*. Toto nastavení bude shodné u všech PLC v síti, akorát se bude lišit hodnota *S-Bus Station* pro jednotlivá PLC. Po správném nastavení by mělo být možné nahrávat programy, konfigurovat nastavení všech PLC za pomoci pouze jednoho připojení k jednomu PLC, v tomto příkladě pomocí USB kabelu k PCD3.M5540, které nám zajišťuje bránu (*Gateway*) k ostatním PLC v síti.

### 8.3.2 Přenos dat

U tohoto příkladu se předpokládá úspěšné zvládnutí předchozího příkladu, neboť tento na něj volně navazuje. Zároveň se předpokládají znalosti z kapitoly Komunikace Master-Slave a

Multi-Master.

U komunikace typu Master-Slave a Multi-Master byl realizován přenos dat pouze mezi 2 zařízeními. V případě propojení 3 a více PLC do sítě je však už možné realizovat složitější přenosy dat. V našem případě by bylo možné realizovat příklad přenosu dat, kdy druhé PCD3.M5540 čte data z PCS1.C622 přes první PCD3.M5540 (Obr. 62). Při takových přenosech dat se opět používá stejných FBoxů.



Obrázek 62: Schéma zapojení pro přenos dat

U zařízeních (první PCD3.M5540 a PCS1.C622), které mezi sebou komunikují pomocí RS-485, bude použito FBoxů popsaných v kapitole Komunikace Master-Slave, u zařízení komunikujících mezi sebou po Ethernetu (první PCD3.M5540 a druhé PCD3.M5540), bude použito FBoxů popsaných v kapitole Komunikace Multi-Master. Z výše uvedeného vyplývá, že u prvního PCD3.M5540 bude použito FBoxů jak pro komunikaci Master-Slave, tak i FBoxů pro komunikaci Multi-Master zároveň, neboť toto zařízení musí obsluhovat jak komunikaci po RS-485, tak i po Ethernetu.

Příklad nastavení adres pro jednotlivá PLCPrvní PCD3.M5540

S-Bus Station Number: 1

IP Node: 1

IP adresa: 192.168.12.1

Maska: 255.255.255.0

Druhé PCD3.M5540

S-Bus Station Number: 2

IP Node: 2

IP adresa: 192.168.12.2

Maska: 255.255.255.0

PCS1.C622

S-Bus Station Number: 3

Při přenosech dat je pak nutné dávat pozor na správné nastavení parametrů položek *IP-Node/Profí S-Bus Address* a *Destination station (S-Bus)* ve FBoxech pro příjem (čtení) a vysílání dat. Pokud je třeba, aby druhé PCD3.M5540 přečetlo (zapsalo) hodnotu flagu s (do) PCS1.C622, se kterým není spojeno přímo, musí jako prostředníka použít první PCD3.M5540, které má aktivovanou funkci brány pro rozhraní Ethernet i RS-485. Ve druhém PCD3.M5540 se tedy použije FBoxu Receive Binary, jehož vlastnosti budou nastaveny následovně.

- IP-Node/Profí S-Bus Address – 1 (adresa PLC, nastavené v *Settings->Hardware ->TCP/IP->IP Node*, které slouží jako brána pro přístup k PCS1.C622)
- Destination Station (S-Bus) – 3 (číslo stanice, nastavené v *Settings->Hardware->S - Bus*, ze které je třeba číst nebo zapisovat)

Protože se už jedná o složitější typ přenosu dat, je mnohem názornější si prohlédnout ukázkové projekty dodané na CD.

Laboratorní úloha je uvedena v samostatné příloze v kapitole Laboratorní úlohy -> SAIA -> Bolusová úloha SAIA

## 9 AMPÉR 2007

Jako každým rokem se i v roce 2007 v Praze na výstavišti v Letňanech konal veletrh Ampér zaměřený na vše, co se týká elektroniky, automatizace a řízení, atd.. Naše univerzita byla natolik vstřícná a umožnila mi s kolegou se tohoto veletrhu zúčastnit a získat tak nejnovější informace z oboru, o který se zajímám. Protože tato práce se zajímá hlavně o programovatelné automaty a spol., i mým hlavním zájem na tomto veletrhu byla tato oblast a že se bylo na co koukat.

Mé poznatky z tohoto veletrhu by se daly shrnout do těchto vět. Ve velké míře se začíná hojně používat průmyslový Ethernet. Z toho vyplývá i velké rozšíření síťových prvků, které jsou známé z klasických sítí. Dále se velmi rozšiřuje použití grafických dotykových terminálů běžících na Windows XP Embedded, případně i terminálů s integrovaným jednoduchým PLC. Čím více rozhraní a protokolů zařízení podporuje, tím lépe. Dále se velmi rozšiřují možnosti komunikace a ovládání pomocí mobilních zařízení (mobilní telefon, PDA, atd.).

## 10 NÁVRHY A DOPORUČENÍ

Během tvorby laboratorních úloh a studia možností dostupných PLC ve škole vzniklo několik nápadů na zlepšení výuky v předmětu Programovatelné automaty ohledně automatů SAIA.

První návrh spočívá v propojení všech dostupných PLC SAIA v laboratoři do jedné komunikující sítě.

Druhý návrh vyplývá z prvního, a sice , aby se jednomu PCD.M5540 v laboratoři vyhradila pevná IP adresa tak, aby se na ní mohli připojit všichni studenti z vně školní budovy. Toto PLC by sloužilo jako Gateway pro ostatní PCD2.M110 (M120), na které by už byly zapojeny reálné modely. Student by tím pádem měl možnost doma testovat své programy, protože by měl možnost je nahrávat přes PCD3.M5540 na vybraný model a pomocí webového rozhraní nebo IP kamery by měl možnost sledovat, jestli je jeho program správný nebo ne.

## ZÁVĚR

Cílem této práce bylo popsat, jak používat pro řízení operátorské panely ID-07 a PCD7.D230 (D232), a webový server u automatu SAIA.

Protože škola navíc zakoupila automat PCS1.C622 s GSM modulem MC 35, bylo možné pro řízení použít SMS zpráv.

Protože PCD2.M110 neobsahuje webový server, bylo nutné pro úlohu ovládání pračky přes webový server propojit PCD2.M110 s PCD3.M5540 do sítě.

Na všechny tyto témata byly vytvořeny základní laboratorní úlohy. První laboratorní úloha používá k ovládání modelu posunové jednotky operátorský panel ID-07 a Teco 600. Druhá úloha používá operátorský panel PCD7.D230 (D232) v kombinaci s PCD2.M110 pro řízení modelu automatické pračky. Další úloha používá pro ovládání modelu automatické pračky SMS zprávy. Protože modul MC 35 není v České republice příliš používaný (ne-li vůbec), jednalo se o jednu z nejkomplikovanějších částí. Pátá úloha používá pro ovládání modelu automatické pračky integrovaný webový server a proto je možné použít pro ovládání webový klient. Další dvě úlohy seznamují s posíláním a přijímáním SMS pomocí GSM modulu MC 35. Předposlední dvě úlohy seznamují s propojením PLC do sítě RS-485 a Ethernet. A poslední úloha spočívá v zapojení všech prvků SAIA do jedné navzájem komunikující sítě.

Nedílnou součástí této práce je samostatná příloha, kde jsou uvedeny laboratorní úlohy a postupy, na které je odkazováno z bakalářské práce.

## ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The target of this work had created, how to use for a control operators panels ID-07 and PCD7.D230 (D232), and web server of the automat SAIA

The faculty has bought in addition a automat PCS1.C622 with GSM modul MC 35, therefore it was possible to use for a control SMS messages.

Because PCD2.M110 hasn't web server, it was necessary accessin task of the control of the automatic washing-machine PCDM.5540 with PCD2.M110 in network

The base laboratory tasks have created on all those topics. First laboratory task uses for control of model shift unit operators panel ID-07 and Teco 600. Second task uses operators panel PCD7.D230 (D232) in combination with PCD2.M110 for control of model automatic washig-machine. Following task uses for control of the model automatic washing-machine SMS messages. GSM modul isn't so too used in Czech Republic, because this part has been very hard. Fifth task uses for control of the model automatic washing-machine a integral web server and therefore is possible to use for control a web klient. Next two tasks acquaint with sending and pooling SMS messages by helping a internal GSM modul MC 35. Last but two tasks acquaint with a connection of a PLC in network RS-485 and Ethernet. Lask task acquaints with a connection of the all device SAIA in large communication network.

An independent appendix is inseparable part of this work. It contains the all laboratory tasks and manuals.



**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] KOSEK, Rostislav. *Profinet – řešení firmy Siemens pro průmyslový Ethernet v automatizaci* [online]. 2004 [cit. 2007-04-02]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.automatizace.cz/article.php?a=287>>.
- [2] PFEIFFER, Andreas. *Průmyslová síť Ethernet – srovnání uklidňuje* [online]. 2006 [cit. 2007-04-02]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.automatizace.cz/article.php?a=1076>>.
- [3] ING. ANDREA, Ronešová. *Přehled protokolu MODBUS*. [s.l.] : [s.n.], 2005. 20 s. Dostupný z WWW:  
<<http://home.zcu.cz/~ronesova/bastl/files/modbus.pdf>>.
- [4] ING. MILAN, Dřínek. *Přehled a struční charakteristika průmyslových sběrnic*[online]. [cit. 2007-04-02]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.automatizace.cz/article.php?a=1034>>.
- [5] VOJÁČEK, Antonín. *Průmyslová sběrnice DeviceNet* [online]. 2005 [cit. 2007-04-02]. Dostupný z WWW:  
<<http://automatizace.hw.cz/view.php?cisloclanku=2005082001>>.
- [6] VOJÁČEK, Antonín. *Průmyslová sběrnice P-NET* [online]. 2005 [cit. 2007-04-02]. Dostupný z WWW:  
<<http://automatizace.hw.cz/view.php?cisloclanku=2005071801>>.
- [7] VOJÁČEK Antonín. *Sběrnice LonWorks - 1.část - Úvod* [online]. 2005 [cit. 2007-04-02]. Dostupný z WWW:  
<<http://automatizace.hw.cz/view.php?cisloclanku=2005040501>>.
- [8] VOJÁČEK, Antonín. *Průmyslový standard PXI pro programovatelné automaty* [online]. 2005 [cit. 2007-04-02]. Dostupný z WWW:  
<<http://automatizace.hw.cz/view.php?cisloclanku=2005012001>>.
- [9] ROMÁNEK, Ing. David. *Co je CANopen a jak na něj* [online]. 2006 [cit. 2007-04-02]. Dostupný z WWW:

<<http://automatizace.hw.cz/view.php?cisloclanku=2006040101>>.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

PLC	Programmable Logic Controller.
IL	Instruction List.
SFC	Sequential Function Chart.
LD	Ladder Diagram
FBD	Function Block Diagram
FB	Function BLock
SB	Sequential Block
PB	Programmable Block
LON	Local Operating Networks
PAC	Programmable Automation Controller
FBox	Blok realizující nějakou funkci (úlohu), obsahuje vstupy, výstupy a nastavitelné vlastnosti
CAN	Controller Area Network
USB	Universal Serial Bus

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: SAIA PCD3.M5540.....	22
Obrázek 2: SAIA PCS1.C622 .....	23
Obrázek 3: SAIA PCD2.M110.....	24
Obrázek 4: Operátorský panel PCD7.D230 .....	25
Obrázek 5: PCD7.D232 .....	25
Obrázek 6: Detaily PCD7.D232.....	26
Obrázek 7: MicroBrowser PCD7.D4 .....	27
Obrázek 8: Logo programu PG5 .....	27
Obrázek 9:PLC Teco 600 .....	29
Obrázek 10:Operátorský panel ID-07 .....	30
Obrázek 11: Propojení datových vodičů ID-07 a Teco 600.....	32
Obrázek 12: Příklad struktury menu v programu PanelMaker.....	35
Obrázek 13: Přidání skupinu displejů .....	37
Obrázek 14: Změna názvu skupiny .....	38
Obrázek 15: Vytvoření displeje.....	38
Obrázek 16: Změna názvu displeje .....	38
Obrázek 17: Vkládání statického textu .....	39
Obrázek 18: Vložení proměnné .....	39
Obrázek 19: Nastavení parametrů proměnné .....	40
Obrázek 20: Podbarvení místa vložené proměnné.....	40
Obrázek 21: Vložení menu.....	41
Obrázek 22: Okno pro tvorbu seznamu položek menu.....	41
Obrázek 23: Vložení zprávy.....	42
Obrázek 24: Dialogové okno Nastavení zpráv.....	42
Obrázek 25: Příkaz Generovat .....	43
Obrázek 26: Ukázka simulace.....	43
Obrázek 27: Okno programu HMI Editor .....	45
Obrázek 28: Okno programu S-WEB Editor .....	53
Obrázek 29: Varovné hlášení - není definován TEQ soubor .....	55
Obrázek 30: Prostředí programu WEB Builder .....	56
Obrázek 31: Nastavení IP adresy a síťové masky .....	56

Obrázek 32: Nastavení IP adresy a síťové masky v PC .....	57
Obrázek 33: Zadání adresy stránky v PLC .....	57
Obrázek 34: Úvodní obrazovka .....	58
Obrázek 35: Menu s možnostmi nastavení .....	58
Obrázek 36: Nastavení síťových parametrů MicroBrowseru.....	59
Obrázek 37: Nastavení startovní stránky.....	59
Obrázek 38: Nastavení obsahu textu na základě hodnoty proměnné.....	61
Obrázek 39: Změna barvy na základě hodnoty proměnné .....	61
Obrázek 40: Nastavení hodnot pro jednotlivé stavy tlačítka.....	62
Obrázek 41: Výsledný program.....	62
Obrázek 42: FBox Modem Driver 18 .....	64
Obrázek 43: Fbox Call SMS .....	65
Obrázek 44: Nastavení parametru Tf number 1...3 .....	66
Obrázek 45: Nastavení parametru Destination 1 .....	66
Obrázek 46: FBox Send SMS .....	67
Obrázek 47: FBoc Convert text Integer .....	67
Obrázek 48: FBox Poll SMS.....	68
Obrázek 49: FBox DTMF driver.....	69
Obrázek 50:FBox DTMF USet .....	70
Obrázek 51: FBox DTMF UPar .....	71
Obrázek 52: DTMF UAck.....	73
Obrázek 53: Schéma zapojení RS-485.....	75
Obrázek 54: FBoxy S-Bus Master a Slave.....	76
Obrázek 55: Nastavení síťových parametrů u prvního PLC .....	78
Obrázek 56: Nastavení síťových parametrů u druhého PLC.....	78
Obrázek 57: Schéma zapojení PLC do sítě Ethernet.....	79
Obrázek 58: FBoxy S-Bus Master IP a Slave IP.....	79
Obrázek 59: Okno Settings -> Hardware -> Gateway.....	81
Obrázek 60: Výstražné okno - křížení komunikace .....	82
Obrázek 61: Schéma zapojení pro vyzkoušení funkce Gateway.....	82
Obrázek 62: Schéma zapojení pro přenos dat.....	83