

Možnosti využití programovatelných automatů Tecomat Foxtrot od firmy TECO

Possibilities of utilisation of programmable logic controllers
Tecomat Foxtrot from TECO company

Tomáš Gromus

Bakalářská práce
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš GROMUS**
Osobní číslo: **A09016**
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**

Téma práce: **Možnosti využití programovatelných automatů
Tecomat Foxtrot od firmy TECO**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši na problematiku, týkající se programovatelných automatů, zaměřte se zejména na PLC Tecomat Foxtrot od firmy TECO.
2. Propojte daný typ PLC řady Foxtrot s vybranými laboratorními modely a vytvořte ilustrativní příklady pro řízení těchto modelů. Využijte přitom možnosti způsobů programování daného typu PLC podle normy IEC 61 131-3.
3. Při zpracování ilustrativních příkladů popište a využijte také možnosti webového serveru PLC, GSM modemu, dále také možnosti komunikace mezi více PLC stejného typu, příp. možnosti operátorského panelu.
4. Navrhněte formu prezentace a zpracování získaných a vytvořených podkladů a provedte její realizaci.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. KOHOUT, Luděk. Edumat.cz – Autorizované kurzy Teco a.s. , pomůcky do odborných učeben a laboratoří [internet]. Dostupné z: <http://www.edumat.cz>
2. Programování PLC podle normy IEC 61131-3 v prostředí Mosaic [internet]. 10. vydání. 2007. Dostupné z: http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00321_01_Mosaic_ProgIEC_cz.pdf
3. ŠMEJKAL, Ladislav a Marie MARTINÁSKOVÁ. PLC a automatizace 1: základní pojmy, úvod do programování. 1. vydání. Praha: BEN-Technická literatura, 2003. ISBN 80-86056-58-9.
4. ŠMEJKAL, Ladislav. PLC a automatizace 2: Sekvenční logické systémy a základy fuzzy logiky. 1. vydání. Praha: BEN-Technická literatura, 2005. ISBN 80-7300-087-3.
5. ZEŽULKA, František, Zdeněk BRADÁČ, Petr FIEDLER, Pavel KUČERA a Radek ŠTOHL. Programovatelné automaty. 1. vydání. Brno: VUT, 2003.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Pavel Navrátil, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

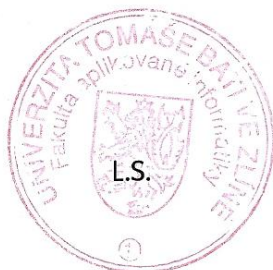
24. února 2012

Termín odevzdání bakalářské práce:

8. června 2012

Ve Zlíně dne 24. února 2012

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá možnostmi využití programovatelných automatů, především PLC Tecomat Foxtrot a programovacími jazyky, které splňují normu IEC 61131-3. Dále se práce věnuje propojení PLC s EDU-mod modely, popisu funkcí nástroje WebMaker sloužícího pro vytvoření vizualizace využívající webový server zabudovaný v PLC, práci s GSM modemem zahrnující odesílání a přijímání SMS zpráv, komunikaci mezi dvěma PLC, zapojením a nastavením operátorského panelu ID-07. Pro studijní účely byly vypracovány úkoly pro jednotlivé modely s postupy řešení a vzorovými programy.

Klíčová slova: PLC, Tecomat Foxtrot, Mosaic, norma IEC 61131-3, operátorský panel, webový server, WebMaker, GSM modem, komunikace, Master-Slave, UDP, nastavení.

ABSTRACT

This thesis considers possibilities of programmable logic controllers usage, mainly PLC Tecomat Foxtrot and programming languages that meet the standard IEC 61131-3. Furthermore it focuses on connections between PLC and EDU-mod models, describes functions of the WebMaker tool, which is used to create visualisation using the build-in PLC web server, working with GSM modem including sending and receiving SMS messages, communication between two PLC's, connection and setting of operator panel ID-07. Exercises for individual models with solutions and samples were developed for study purposes.

Keywords: PLC, Tecomat Foxtrot, Mosaic, standards IEC 61131-3, operator panel, web server, WebMaker, GSM modem, communication, Master-Slave, UDP, setting.

Tímto bych rád poděkoval mému vedoucímu práce, kterým je Ing. Pavel Navrátil, PhD. za odborné vedení, hodnotné rady, připomínky a za zapůjčení potřebného vybavení spojeného s touto prací.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně 4.6.2012

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 OBECNÝ ÚVOD K PROGRAMOVATELNÝM AUTOMATŮM	11
1.1 KOMPONENTY PROGRAMOVATELNÉHO AUTOMATU.....	11
1.2 VYKONÁVÁNÍ PROGRAMU	12
2 ZPŮSOBY PROGRAMOVÁNÍ	13
2.1 PROGRAMOVACÍ JAZYKY.....	13
2.1.1 Instruction List	13
2.1.2 Strukturovaný text.....	14
2.1.3 Ladder Diagram.....	14
2.1.4 Function Block Diagram	14
2.1.5 Sequential Function Chart.....	15
2.1.6 Continuous Function Chart	16
3 KOMUNIKACE	17
3.1 SÉRIOVÁ KOMUNIKACE RS-232C.....	17
3.2 SÉRIOVÁ KOMUNIKACE RS-422 A RS-485	17
3.3 UNIVERSAL SERIAL BUS.....	17
3.4 ETHERNET	18
3.5 OPTIKA.....	18
3.6 BEZDRÁTOVÁ KOMUNIKACE.....	19
4 PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY TECOMAT	20
4.1 NEJPOUŽÍVANĚJŠÍ TYPY PROGRAMOVATELNÝCH AUTOMATŮ	20
4.1.1 Tecomat TC700.....	20
4.1.2 Tecomat Foxtrot	20
4.2 OPERÁTORSKÉ PANELY.....	21
4.3 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ MOSAIC.....	21
II PRAKTICKÁ ČÁST	23
5 HARDWAROVÉ A SOFTWAREVÉ PROPOJENÍ PLC S MODELY	24
5.1 NASTAVENÍ TYPU PŘIPOJENÍ MEZI POČÍTAČEM A PLC	24
5.2 NASTAVENÍ HARDWARU	26
6 WEBOVÝ SERVER	28
6.1 ZÁKLADNÍ FUNKCE WEBMAKER	28
7 GSM MODEM	33
8 PROPOJENÍ VÍCE PLC ŘADY TECOMAT FOXTROT	37
9 OPERÁTORSKÝ PANEL ID-07	42

ZÁVĚR	46
ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	47
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	48
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	49
SEZNAM OBRÁZKŮ	50
SEZNAM TABULEK.....	52
SEZNAM PŘÍLOH.....	53

ÚVOD

Programovatelné logické automaty neboli PLC slouží pro získávání dat, jejich zpracování a řízení strojů nebo výrobních linek. V dnešní době je mnoho výrobců PLC a tím také mnoho programovacích jazyků. Proto vznikla norma IEC 61131-3, aby sjednotila používané jazyky, které by se následně dali využít v jakémkoliv PLC nehledě na výrobce.

Tato práce je zaměřena na ověření možností programovatelných automatů Tecomat Foxtrot od firmy TECO a.s. a využití způsobů programování dle normy IEC 61131-3. V prvních čtyřech kapitolách jsou popsány druhy PLC, norma IEC 61131-3, typy komunikačního propojení a přístroje od firmy TECO a.s. a jejich vývojové prostředí Mosaic.

Pro ověření možností jsou použity laboratorní EDU-mod modely automatické pračky, křížovatky, hydraulické posuvné jednotky a mísící jednotky. Propojení PLC s EDU-mod modely a nastavení tohoto propojení je popsáno v páté kapitole. Další přídatné moduly k ověření možností byly vestavěny webový server, GSM modem a operátorský panel. Webový server slouží pro uložení vizualizace vytvořené v nástroji WebMaker, jehož funkce jsou popsány v šesté kapitole. Pro využití GSM modemu je zapotřebí přesného nastavení, které je popsáno v sedmé kapitole. Dále bylo testováno propojení a komunikace mezi PLC. Nastavení a využití komunikace je popsáno v osmé kapitole. Zapojení, nastavení a možnosti operátorského panelu jsou popsány v deváté kapitole.

Pro všechny EDU-mod modely byly vytvořeny zadání a programy, které by měly sloužit pro výuku studentů. Tyto zadání se nacházejí v příloze jedna. Jsou zde také uvedeny postupy vypracování a příklady vizualizací pro jednotlivé modely.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBECNÝ ÚVOD K PROGRAMOVATELNÝM AUTOMATŮM

Logický programovatelný automat (dále jen PLC – Programmable Logic Controller) je určený pro řízení strojů nebo výrobních linek. Proto je PLC mnohem menší a odolnější než běžné počítače, jelikož musí čelit nepříznivým podmínkám. Ale jeho největší předností oproti počítači je spolehlivost. Komunikace s řízeným zařízením probíhá pomocí číslicových nebo analogových vstupů a výstupů. [1]

1.1 Komponenty programovatelného automatu

Každé PLC se skládá z několika hlavních částí, které dohromady zajišťují jeho chod. Pro napájení je zapotřebí zdroj energie. O výpočty se stará centrální procesor (CPU). Poslední částí jsou IO moduly, přes které zapojujeme různé zařízení. Z hlediska konstrukce dělíme PLC na tři skupiny:

- Mikro PLC patří do kategorie nejmenších a nejlevnějších PLC, používá se jako náhrada pevné reléové logiky, ale také zvládnou jednoduché regulační úlohy.
- Kompaktní PLC je uzavřené v jednom pouzdře. Má svůj procesor, zdroj, ale počet vstupů a výstupů je omezen na určité množství to znamená, že rozšiřitelnost je omezena.



Obrázek č. 1 Kompaktní PLC [2]

- Modulární PLC má pevný zdroj a procesor v rámu, ke kterému se přes sběrnici připojují další části, kterým se říká moduly. Tyto moduly se spojují dohromady a tím tvoří modulární PLC. Díky tomuto systému se může jednoduše rozšířit o potřebné rozhraní. Existují například komunikační moduly, rozšiřující I/O moduly.



Obrázek č. 2 Modulární PLC [2]

1.2 Vykonávání programu

Charakteristickou vlastností PLC je vykonávání programu v takzvaných cyklech. Například u PLC Tecomat vypadá cyklus takto:



Obrázek č. 3 Cyklus řešení uživatelského programu [1]

Na obrázku vidíme, že cyklus se může skládat ze čtyř částí. Režie je příprava centrální jednotky k provedení dalšího cyklu programu. V části čtení X dochází ke zpracování hodnot, které jsou přivedeny na vstupy PLC. Dále následuje řešení daného uživatelského programu. V poslední části se zapisují hodnoty vypočtené programem na výstupy PLC. [1]

Rychlost automatu se odvíjí od času, za jaký stihne vykonat 1000 cyklů.

2 ZPŮSOBY PROGRAMOVÁNÍ

Na světě je mnoho výrobců PLC a tím i mnoho programovacích jazyků, bylo zapotřebí vytvořit normu, která by tyto jazyky nějak sjednotila. Proto byla vytvořena norma IEC 61131-3. Pod tuto normu spadá několik programovacích jazyků [3]:

- Instruction List – IL (posloupnost instrukcí)
- Structured Text – ST (strukturovaný text)
- Ladder Diagram – LD (reléové schéma)
- Function Block Diagram – FBD (schéma funkčních bloků)
- Sequential Function Chart – SFC (vývojové schéma)
- Continuous Function Chart – CFC (volně propojované bloky)

Tyto jazyky můžeme rozdělit na dvě skupiny. První skupina jsou jazyky textové. Sem patří IL a ST. Druhá skupina jsou grafické jazyky, do kterých patří LD, FBD, SFC a CFC.

2.1 Programovací jazyky

2.1.1 Instruction List

Je to nejzákladnější popis programu, podobný programování v assembleru. Program je složen ze základních instrukcí (například LD – načtení, WR – zapsání) a operandů. Tento jazyk je vhodný pro psaní krátkých vysoce optimalizovaných částí programu. Takovéto programy se rychle vykonávají a mají malou velikost, protože je lze vytvořit bez zbytečných přesunů dat, skoků a volání. Z toho vyplývá, že toto programování není vhodné pro složité aplikace. [3]

```
ld    cas
lt    4
st    leva_IL
ld    leva
or    prava
and   zdimani
st    rychlost

ld    cas
gt    5
and(
ld    cas
lt    9
)
st    prava_IL
```

Obrázek č. 4 Instruction list

2.1.2 Strukturovaný text

Jde o vyšší programovací jazyk, podobný jazyku C. Je vhodný na programování složitých výpočetních algoritmů, práci s daty, řetězci nebo databází. Tento typ programování využívá nejvíce klasických programátorů, protože je jim známý. Mohou se zde používat například instrukce pro podmínku nebo cyklus, které byste nenašli v Instruction Listu, kde musíte všechny operace řádek po řádku napsat sami. [3]

```
if hmotnost>4 then //jestliže bude hmotnost větší než 4kg bude se pračka napouštět na 100%
funkce2(napoustej:=false,napoustej2:=true,vypoustej:=false,output1_FBD => voda,output2_FBD => cerpadlo);
  if hlad100 then
    case teplota of //pokud bude pračka napuštěna a ohřátá, začne odpočet prání
      30 : if t30 then pocitani:=true; end_if;
      40 : if t40 then pocitani:=true; end_if;
      60 : if t60 then pocitani:=true; end_if;
      90 : if t90 then pocitani:=true; end_if;
    end_case;
  end_if;
end_if; //konec hlad100
```

Obrázek č. 5 Strukturovaný text

2.1.3 Ladder Diagram

Tento typ programování používá soustavu propojených relátek, s jejichž pomocí lze vytvořit logické operace součinu a součtu. Logický součin se vytvoří naskládáním relátek do série. Logický součet se vytvoří naskládáním relátek paralelně. Je vhodný pro realizaci logických řídicích sekcí a sekvencí programu nebo zpracování vstupních a výstupních signálů. Na nějaké složitější programování není příliš vhodný, ale může se použít jako část složitějšího programu. Například když chceme vidět při běhu programu, jak se jednotlivé vstupy a výstupy chovají. [3]

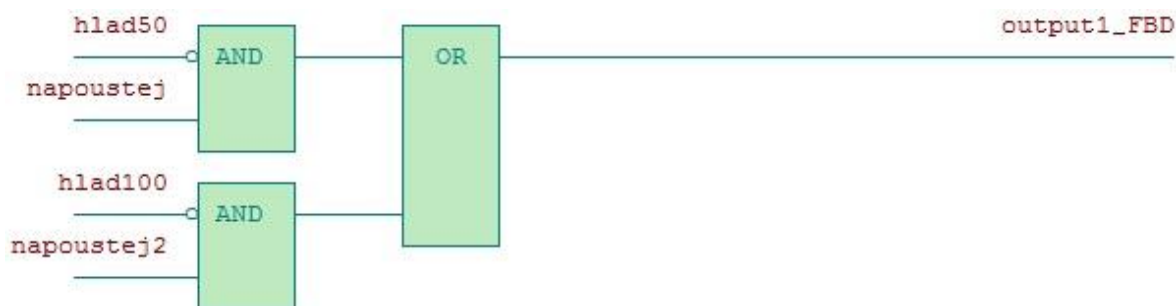


Obrázek č. 6 Ladder Diagram

2.1.4 Function Block Diagram

Zde se k programování používají funkční bloky, které mezi sebou propojujeme. Prakticky vytváříme logický obvod, který představuje určitou logickou funkci. Máme k dispozici

funkční bloky, které zastupují například logickou operaci součin, součet, jejich negace, ale je tu i mnoho sofistikovanějších bloků jako jsou například čítače, časovače, převodníky a mnoho dalších. Tento jazyk je vhodný pro realizaci logických řídicích sekcí programu a zpracování vstupních a výstupních signálů. [3]



Obrázek č. 7 Function Block Diagram

2.1.5 Sequential Function Chart

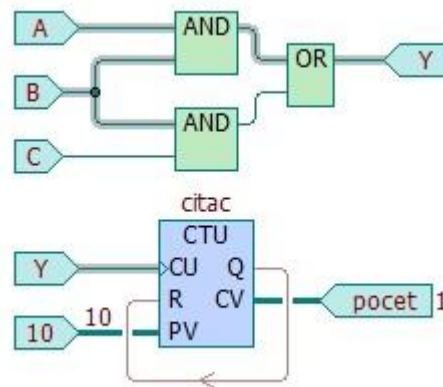
Tímto jazykem prakticky tvoříme vývojové schéma, podle kterého se PLC řídí. Je zde přesně daný běh programu a reakce na různé rozhodovací situace. Program se za sebe řetězí tak, že vždy musí být podmínka. Pak následuje blok, který se vykoná, když je podmínka splněna. Dokud se podmínky nesplní, program nemůže pokračovat dále. Je to pevně daná posloupnost činností, které se musí vykonat. Tento jazyk je vhodný pro vytváření hlavní větve programu, odkud se volají podprogramy. [3]



Obrázek č. 8 Sequential Function Chart

2.1.6 Continuous Function Chart

Jedná se o spojování bloků, ale oproti jazyku funkčních bloků si zde můžeme jednotlivé bloky skládat volně po pracovní ploše. Připomíná to hardwarové schéma zapojení součástek. Možnost volného skládání nám může hodně zlepšit přehlednost menších programů. Při velkém množství bloků se ale může stát dosti nepřehledné. Velkým plusem je znázorňování cest, které jsou v daném okamžiku průchozí, a také přehledné zpětné vazby v obvodě. Programování v jazyku CFC je vhodné například pro části programu, které zpracovávají analogově-digitální signály, nebo pro realizaci logických řídicích sekcí programu a zpracování vstupních a výstupních signálů.



Obrázek č. 9 Continuous Function Chart

3 KOMUNIKACE

3.1 Sériová komunikace RS-232C

Používá dva přenosové kanály neboli plný duplex. To znamená, že obě strany můžou přijímat i vysílat a to současně. K propojení dvou stanic se výstup stanice 1 propojí se vstupem stanice 2 a naopak. Každý signál je reprezentován jako napěťová úroveň vzhledem k zemi. Proto se tomuto systému přenosu říká nevyvážený. Tato komunikace je vhodná pro přenos dat na vzdálenost do 15 metrů v prostředí, ve kterém je nízká úroveň rušení. Další nevýhoda je nízká přenosová rychlost a to 115200 Bd. Tato technologie se už v dnešní době moc nevyužívá, nahradila ji mnohem lepší technologie USB. [4]

3.2 Sériová komunikace RS-422 a RS-485

Tento typ je používán pro komunikaci mezi dvěma a více stanicemi. Pro spojení stanic používáme zkroucenou dvojlinku, která je také označována jako twisted pair (TP). Datový kanál tvoří dvojice vodičů. Logický stav signálu je definována rozdílem napětí mezi vodiči. Jelikož se nebere napětí vzhledem k zemi jako u RS-232C, nazýváme tento systém přenosu vyvážený. Tato komunikace je vhodná pro přenos dat na vzdálenost až 1200 metrů a je odolnější proti rušení.

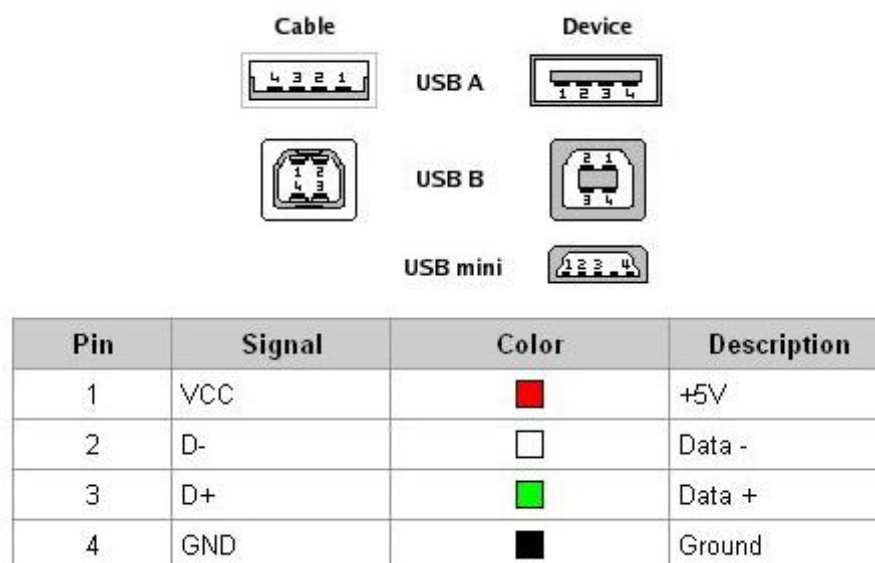
RS-422 se může skládat z jednoho vysílače a nejvýše deseti přijímačů. Jelikož do přenosového kanálu trvale vysílá Master, můžeme v tomto kanálu přenášet data jen jedním směrem. Takže při požadavku obousměrné komunikace můžeme zapojit pouze dvě stanice. Tento systém se nazývá point-to-point. Proto zavedli RS-485, která toto omezení nemá.

RS-485 dovoluje k jednomu kanálu připojit až 32 stanic. Kterákoliv stanice může do kanálu vysílat data a ostatní je pouze přijímají. O tom, která stanice bude vysílat, rozhoduje Master. Master je buď určená stanice, nebo se Master předává ze stanice na stanici. [4]

3.3 Universal Serial Bus

Velkou výhodou komunikace pomocí USB je, že zařízení přes něj může být rovnou napájeno. Maximální rychlost přenosu v dnešní době dosahuje USB 3.0 a to teoreticky až 5 Gbit/s. Komunikační vzdálenost je pouze 5 metrů. Toto rozhraní používá dva typy konektorů (A a B). Typ A najdete dnes už ve všech prodáváných PC, typ B je určen pro

periferní zařízení. Za pomoci USB je možné připojit až 127 zařízení pomocí jednoho typu konektoru.



Obrázek č. 10 Konektory USB [5]

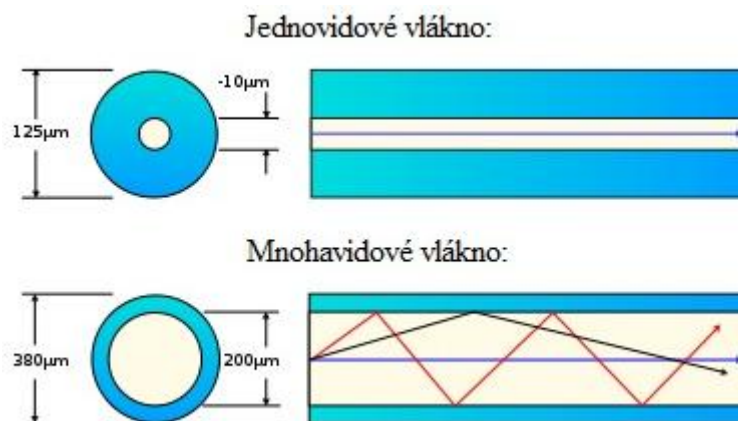
3.4 ETHERNET

V současnosti je to nejpoužívanější síťová technologie. Je založena na jednoduchém principu nazvaném CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection). CSMA je metoda naslouchání nosné. Stanice připravená vysílat data zjistí, zda síť nepoužívá jiná stanice. Jestliže je používána, stanice zkouší přístup později a tak dlouho dokud není síť volná. Po uvolnění sítě začne stanice vysílat. CD znamená navíc detekci kolizí. Kolize je, když dojde k interakci signálů více stanic. Jestliže stanice zjistí kolizi, generuje signál JAM, všechny vysílající stanice zastavují vysílání a generují náhodnou hodnotu času, po které se pokusí vysílání zopakovat. [6]

3.5 Optika

Při komunikaci po optické síti musí vysílač data převádět z bitů na optický signál a přijímač z optického signálu na bity. Optický kabel je složen ze skleněného nebo plastového jádra, ochranného pláště jádra a vnějšího obalu, který slouží k prvotní ochraně vlákna od nepříznivých účinků okolního prostředí. Optické vlákna se dělí na jednovidové a mnohavidové. V jednovidovém vlákne se paprsek od stěn neodráží, to znamená, že urazí větší vzdálenost, ale můžeme zde poslat pouze jeden paprsek. Ve mnohavidovém vlákne se

paprsek od stěn odráží. Tím pádem urazí menší vzdálenost, ale můžeme zde posílat více paprsků najednou. Docílíme toho tak, že pošleme paprsky každý pod jiným úhlem dopadu. Optické sítě dosahují nejvyšších přenosových rychlostí. Při delších trasách přenosu se můžou přidat optické zesilovače, které zesílí optický signál. [7]



Obrázek č. 11 Optické vlákna

3.6 Bezdrátová komunikace

Největší výhodou je, že nejsme omezeni fyzickým připojením. Asi největšími zástupci bezdrátových komunikací jsou WiFi, GSM, Bluetooth, IrDa. V dnešní době se nejvíce využívá WiFi pro sítě a GSM například pro bezdrátovou komunikaci s PLC. Pro GSM komunikaci je potřeba SIM karta u některého dostupného operátora. V České republice poskytují tuto možnost tři operátoři (Vodafone, T-Mobile, O2). WiFi komunikace nabízí několik standardů, které se liší rychlostí a pásmem. Tento typ komunikace dosahuje rychlostí 54 Mbit/s, nebo dokonce až 600 Mbit/s (IEEE 802.11n).

4 PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY TECOMAT

Předním českým výrobcem průmyslových řídicích systémů kategorie PLC je společnost Teco a.s. Tato společnost vyvíjí, vyrábí a testuje PLC podle mezinárodních standardů řady IEC EN 61131. Výrobní postupy a kvalita výrobků společnosti Teco a.s. jsou od roku 1996 certifikované podle mezinárodního standardu EN ISO 9001:1994 a od roku 2002 podle EN ISO 9001:2000. Je členem organizace PLCopen, která má za cíl rozvíjet a prosazovat normu IEC 61131-3. [2]

4.1 Nejpoužívanější typy programovatelných automatů

Zástupci kompaktních PLC u firmy Tecomat jsou TC600 a TC650. TC600 je ale nahrazován novějším Foxtrotem a TC650 se od 30.6.2012 přestane vyrábět. Náhradní díly se ale budou vyrábět ještě po dalších deset let. Modulární PLC od této firmy jsou TC700 a Foxtrot. [2]

4.1.1 Tecomat TC700

Je to modulární řídicí systém. Důslednou integrací mezinárodní normy IEC EN 61131, všech osvědčených vlastností dosavadních PLC Tecomat a nových vlastností vznikl produkt, který je určen pro širokou škálu středních a velkých aplikací v mnoha odvětvích průmyslové automatizace, dopravě či technice zařízení budov. Patří k systémům se zvýšenou provozní spolehlivostí. [2]

4.1.2 Tecomat Foxtrot

Je nový malý modulární řídicí a regulační systém. Díky výkonné procesorové jednotce s bohatými komunikačními schopnostmi, promyšlenému systému vstupně/výstupních periférií či originálnímu propojení se světem inteligentních elektroinstalací může být právem označován za řídicí systém nové generace. Toto PLC je vybaveno 32 bitovým procesorem, který dokáže zpracovat tisíc instrukcí za 0,2 ms. Základní modul má vlastnosti kompaktního PLC, který obsahuje vstupy, výstupy a displej s tlačítky. Periferní moduly se dají připojit systémovou sběrnici TCL2 až na vzdálenost 1700 metrů. Dále obsahuje slot pro vyjímatelnou paměťovou kartu (SDHC, SD, MMC), kde se například ukládají vytvořené webové stránky. PLC lze připojit k PC pomocí 100 Mb Ethernetu, USB nebo sériovou linkou. [2]

4.2 Operátorské panely

Operátorské panely firmy Teco a.s. jsou určeny především pro spolupráci se systémy Tecomat. Nabízí modely ID-07, ID-08, ID-14, ID-18. Například panely ID-07 a ID-08 mají fóliovou klávesnici s tlačítky s mechanickou odezvou. ID-07 má 8 tlačítek a ID-08 má 26 tlačítek. Dále je zde podsvícený LCD displej, který je dobře čitelný při denním světle i za tmy. Lze na něm kromě standardních ASCII znaků zobrazit i znaky s diakritikou. Komunikace s nadřazeným systémem probíhá sériovou linkou. Tyto panely se mohou zapojit v režimu master nebo slave. V režimu slave zobrazuje znaky vysílané řídicím systémem na displej a jako odpověď vysílá kód stisknuté klávesy. V režimu master se vůči PLC chová jako nadřazený systém, to znamená, že sám aktivně odesílá kód načtené klávesy a sám načítá obsah displeje. [8]

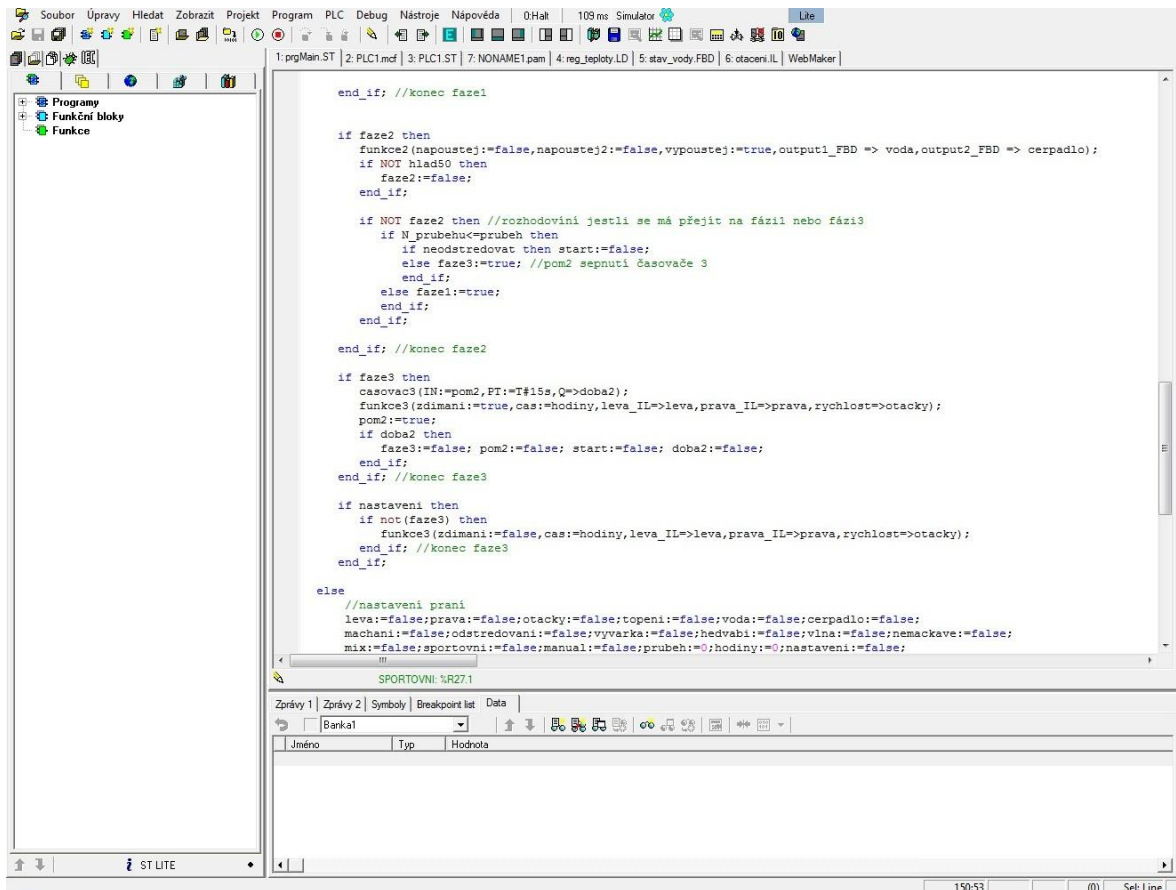


Obrázek č. 12 Operátorské panely ID-07 a ID-08 [2]

4.3 Vývojové prostředí Mosaic

Slouží k tvorbě a ladění programů pro PLC Tecomat. Podporované PLC jsou NS950, TC400, TC500, TC600, TC650, TC700 a Foxtrot. Starší typy PLC se programují v mnemonickém kódu, novější podle normy IEC EN 61131-3 v textových jazycích IL a ST a grafických jazycích LD a FBD. Programy podle této normy se skládají z částí zvaných programové organizační jednotky (POU – Program Organisation Unit). Těmito jednotkami jsou funkce, funkční bloky a nejvyšší jednotkou je program. Programování v grafických jazycích je jednoduché a intuitivní. V nástrojové liště okna editoru vybereme kontakty nebo

bloky a skládáme je na plochu. Mosaic sám zobrazí okno, kde se nastavují proměnné a mnoho dalších funkcí. Při programování je možné jednotlivé jazyky kombinovat, například voláním funkčních bloků, které jsou napsané v jiném jazyce. Po napsání programu je možné ho v simulátoru, který je v Mosaicu zabudován, řádně otestovat. Každý program je vhodné vyzkoušet nejdřív simulačně, aby pak nedošlo ke zničení řízeného stroje. [9]

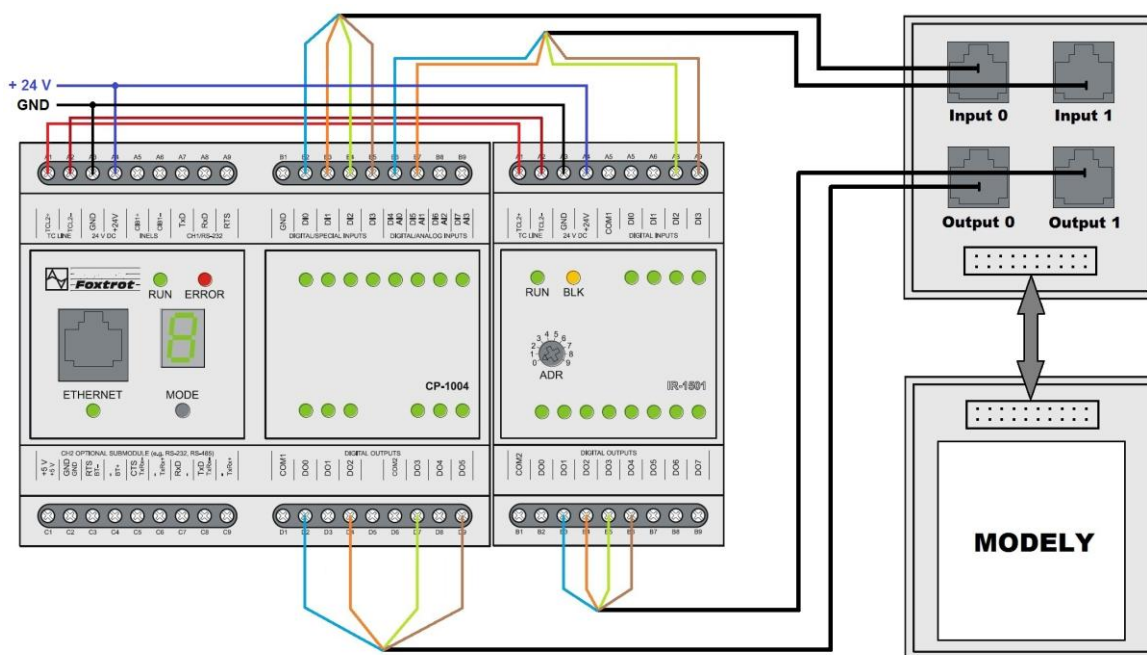


Obrázek č. 13 Vývojové prostředí Mosaic

II. PRAKTICKÁ ČÁST


5 HARDWAROVÉ A SOFTWAREVÉ PROPOJENÍ PLC S MODELY

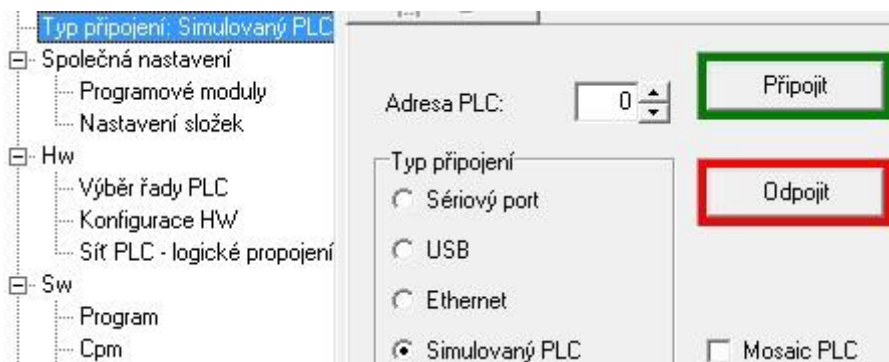
Uvedené propojení je určeno pro laboratorní EDU-mod modely automatické pračky, křižovatky, hydraulické posuvné jednotky a mísící jednotky. Na propojení modelu je použit rozbočovací modul. Mezi modulem a PLC je použit UTP kabel s koncovkou RJ-45. Modul s modelem je propojen plochým kabelem zakončeným konektory. Názorné propojení:



Obrázek č. 14 Schéma propojení PLC s modelem [1]

5.1 Nastavení typu připojení mezi počítačem a PLC

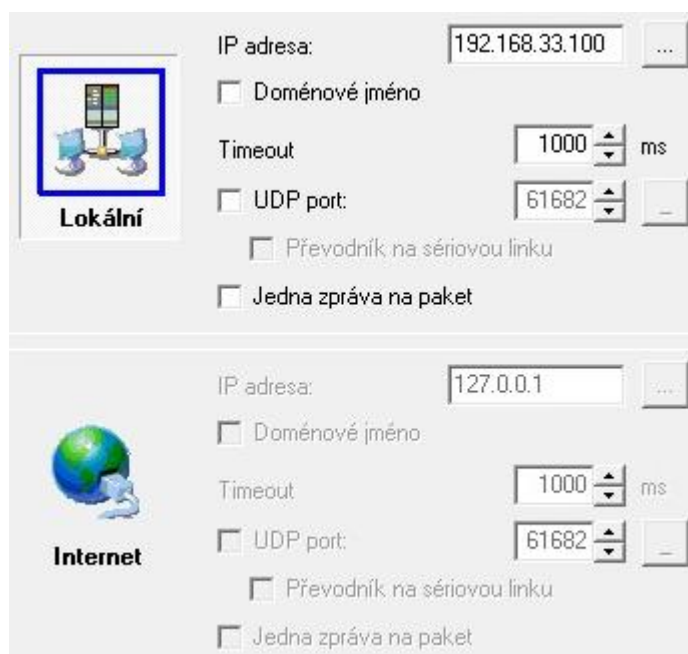
Jakmile máme PLC s modelem propojené, můžeme nastavit propojení PLC s počítačem, na kterém máme programovací prostředí Mosaic. Do nastavení se dostaneme pomocí ikony *Manažer projektu*  v pravém horním rohu.



Obrázek č. 15 Manažer projektu – Typ připojení

Volíme mezi několika typy připojení:

- **Sériový port** – Zde se nastavují parametry komunikace, kde volíme přes který COM je PLC připojeno k počítači. Dále se zde může nastavit rychlost komunikace a Timeout. V druhé části řízení přenosu lze nastavit použití parity, režimu RS 485 a nastavení signálu DTR (připravenost ke komunikaci).
- **USB** – Není třeba nijak nastavovat, volí se pouze Timeout
- **Ethernet** – U tohoto typu připojení máme na výběr dvě možnosti. První je lokální připojení a druhá připojení přes internet. U ethernetu je vždy zapotřebí vložit IP adresu PLC nebo doménové jméno. Dále můžeme zvolit umožnění UDP komunikace na jiném, než standardním portu. Při této volbě můžeme nastavit převodník na sériovou linku. Ještě můžeme zaškrtnout jednu zprávu na paket. Tato volba se používá, když není přípustné sdružování více zpráv do jednoho ethernetového paketu (například při připojení podřízeného PLC k nadřízenému PLC přes sériovou linku s malou rychlostí). Nevýhodou je snížení propustnosti datové komunikace.

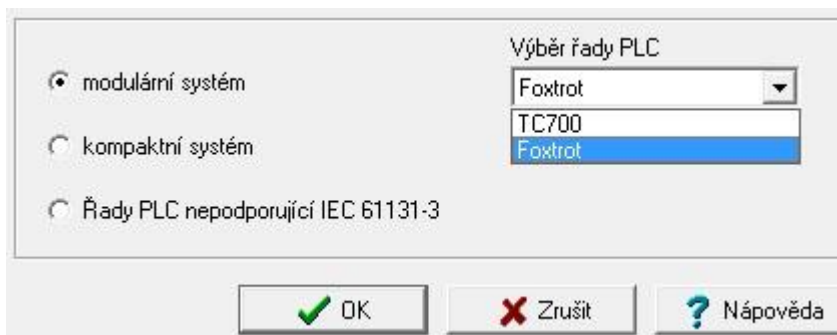


Obrázek č. 16 Nastavení ethernetového připojení PLC k počítači

- **Simulovaný PLC** – Pokud nemáme možnost se připojit na reálné PLC, volíme toto připojení. Slouží hlavně k vytvoření programu a jeho simulaci v prostředí Mosaic. Při volbě tohoto připojení se nic nenastavuje.

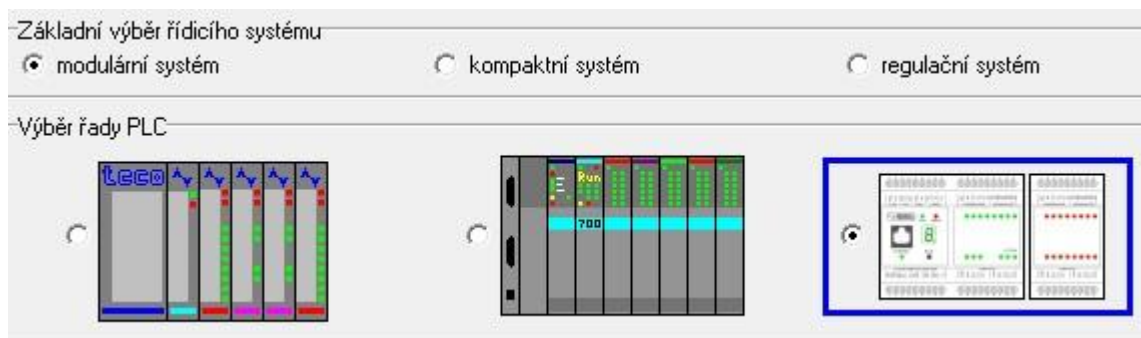
5.2 Nastavení hardwaru

Vždy při zakládání projektu se v Mosaicu nastavuje skupina a přesný typ PLC. Máme zde na výběr modulární systém (Foxtrot, TC700), kompaktní systém (TC650) a PLC nepodporující IEC 61131-3 (NS950, TC400, TC500, TC600, TR050, TR200, TR300).



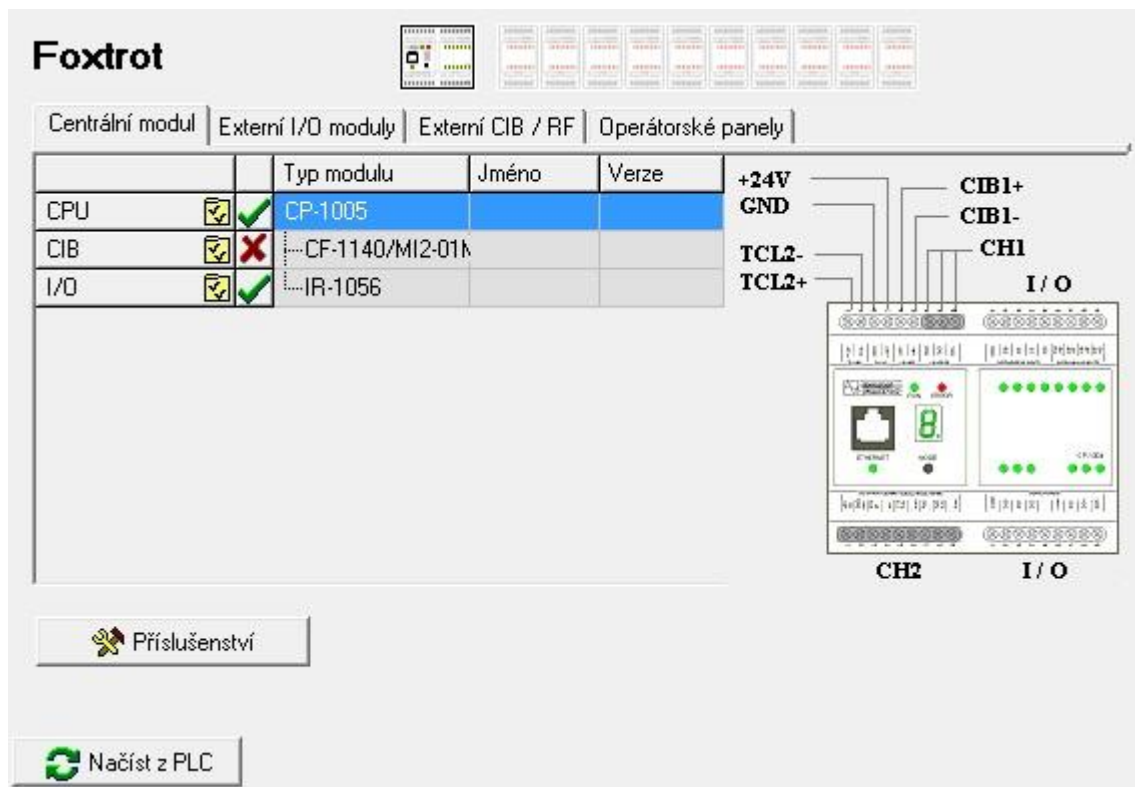
Obrázek č. 17 Nastavení typu PLC při zakládání projektu

Pokud jsme při výběru udělali chybu a chceme typ PLC změnit, můžeme tak učinit v manažeru projektu kde je odrážka *Hw->Výběr řady PLC*.



Obrázek č. 18 Nastavení typu PLC

Po výběru typu PLC, je zapotřebí nastavit hardware v *Hw->Konfigurace HW*. Zde máme přehled o centrálním modulu, externích I/O modulech a operátorských panelech co jsou připojeny k PLC. Lze je nastavit ručně ve sloupci typ modulu. Toto nastavení může být zdlouhavé, proto je lepší použít tlačítko *Načíst z PLC* nacházející se v levém dolním rohu okna. To nám automaticky načte a nastaví všechny připojené moduly. Dále zde máme nastavení vstupů a výstupů. Po otevření okna zde můžeme vidět u jednotlivých vstupů nebo výstupů úplný zápis, alias pro pojmenování (ty následně můžeme použít v programu), na které svorce se nachází, adresu, hodnotu (například u binárního vstupu zde bude 1 nebo 0) a můžeme si zde dělat i poznámky. Mezi jednotlivými moduly se jednoduše dá přepínat v horní části okna, kde jsou listy jednotlivých modulů.

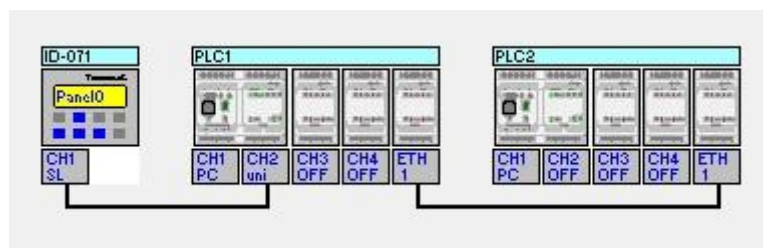


Obrázek č. 19 Nastavení modulů

Struktura dat	Úplný zápis	Alias	Svorka	Abs./délka	Hodnota	Fixace	Poznámk
DI : TBIN_6DI	r0_p3_DI				...		
-DI0 : BOOL	r0_p3_DI~DI0		B4	%%X10.0	...		
-DI1 : BOOL	r0_p3_DI~DI1		B5	%%X10.1	...		
-DI2 : BOOL	r0_p3_DI~DI2		B6	%%X10.2	...		

Obrázek č. 20 Nastavení vstupů a výstupů

Posledním HW nastavením je nastavení sítě PLC, které najdeme v *Hw->Síť PLC*. Zde se vkládají jednotlivá PLC, operátorské panely, modemy, počítače, zobrazovače, sběrnice nebo převodníky a další zařízení která lze připojit k PLC. Všechny vložené objekty se následně propojují. Příklad sítě dvou PLC a jednoho operátorského panelu:



Obrázek č. 21 Nastavení sítě PLC

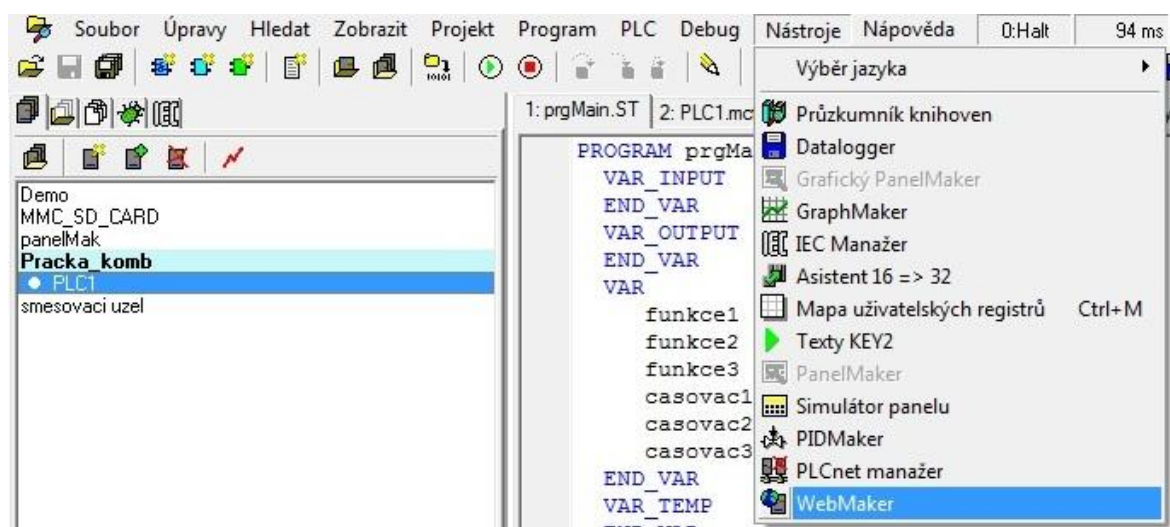
6 WEBOVÝ SERVER

Pokud máme hotový program, můžeme použít nástroj WebMaker pro vizualizaci, přitom máme dvě možnosti spuštění. První je rychlejší a jednodušší, a to spuštění pomocí ikony na hlavní liště.



Obrázek č. 22 Spuštění WebMaker pomocí ikony

Druhá možnost je přes menu *Nástroje* -> *WebMaker*.



Obrázek č. 23 Spuštění WebMaker přes menu

Nyní se nám otevře nová záložka a s ní také nová lišta. Přes tuto lištu se provádí veškeré operace.





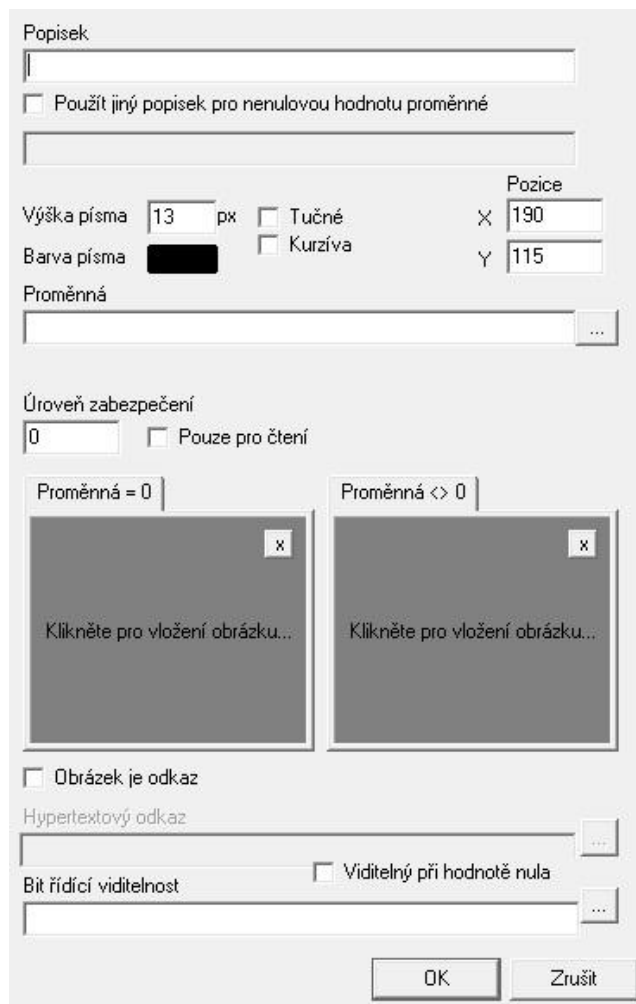
Obrázek č. 24 WebMaker lišta

6.1 Základní funkce WebMaker


Pokud chceme používat obrázky, nejdřív je musíme nahrát do *Správce obrázků*.

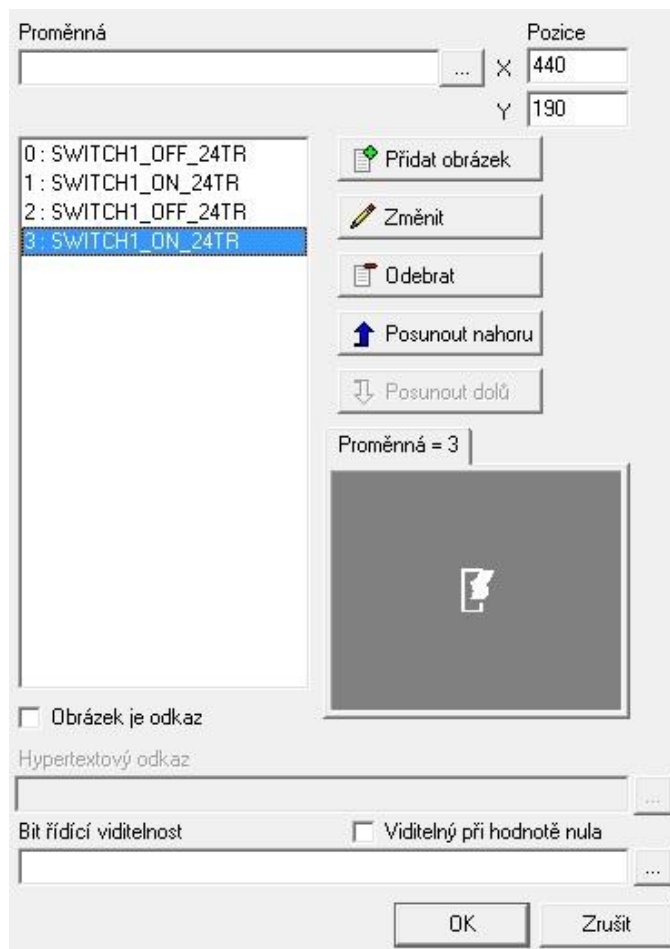


Otevře se okno, do kterého za pomoci ikony s plusem  vkládáme nové obrázky. Nyní je lze už využít například jako *Dvoustavový obrázek*.  Slouží pro proměnné typu BOOL s tím, že při hodnotě 0 nebo 1 se zobrazí dva různé obrázky, nebo se může zobrazit obrázek při jedné hodnotě a při druhé se nezobrazí. Vlastnosti dvoustavového obrázku:



Obrázek č. 25 Vlastnosti dvoustavového obrázku


Nejdůležitější je nastavit proměnnou. Lze ji ručně vepsat do pole, nebo proměnnou vyhledat v seznamu. Do seznamu se dostaneme pomocí tlačítka, na kterém jsou tři tečky. Můžeme zaškrtnout možnost pouze pro čtení, která nepovolí uživateli kliknutím na obrázek změnit hodnotu proměnné. To znamená, že tato funkce je vhodná pro vizualizaci. Obrázky se vkládají kliknutím na šedé pole. Otevře se správce obrázků, ve kterém si vybereme. Pokud máme proměnnou například INT, nabízí se nám k využití *Vicestavový obrázek*.  U této funkce můžeme vkládat libovolný počet obrázků.




Obrázek č. 26 Vlastnosti vícestavového obrázku

Zde je opět nejdůležitější zadání proměnné. Přidávání obrázků je postupné od proměnné hodnoty nula. Je zde možnost posouvat již vložené obrázky nahoru a dolů na jiné proměnné. V levé části pod tlačítka jsou ukázané přiřazené obrázky k jednotlivým hodnotám. U každého obrázku můžeme zaškrtnout, že je to odkaz. Když pak bude proměnná s daným obrázkem aktivní, lze na něj kliknout a přesměruje to stránky na vložený odkaz.

Další základní funkce jsou *Statický text*, **A** slouží ke vkládání popisků nebo nadpisů. *Zadávací pole* **0** je pro vkládání hodnot, můžeme jím nahradit například potenciometr. *Odesílací tlačítko* **OK** se používá, když nenastavíme zadávacímu poli svoje vlastní tlačítko. *Sloupec ovládaný proměnnou* **■** mění svou velikost podle proměnné. Jeden roh je pevný a od něj se obdélník zvětšuje. *Statický obrázek* **🖼️** může sloužit jako pozadí nebo dekorace. *Obraz z IP kamery* **📹** lze použít jen jednou na stránce a přenáší obraz ze zadané kamery. *Seznam objektů* **📁** umožňuje jednoduchou správu všech vložených objektů. Můžeme s jeho pomocí jednoduše vybírat jednotlivé objekty, vidíme jejich polohu


a velikost. *Společná nastavení*  slouží pro úpravu celkového vzhledu internetové stránky. Nastavují se zde rozměry stránky (šířka a výška), šířka okrajů, můžeme si zvolit nastavení dle cílového rozlišení, jestli na stránce chceme titulek a levé menu, barvu pozadí a font zadávacích polí. Je možné také stránku přizpůsobit na mobilní prohlížeče.

Obrázek č. 27 Společná nastavení

Poslední funkce je *Nastavení přístupu*  sloužící pro vkládání uživatelů a jejich hesel pro přístup na vytvořené stránky. Je totiž vhodné si tento zabezpečený přístup nastavit, aby kdokoliv nemohl přijít a nastavovat nebo ovládat vaše PLC.

Úroveň	Uživatelské jméno	Heslo	Výchozí stránka
-1	Gromus	*****	
1	Novak	*****	
-1	2	*	

Obrázek č. 28 Nastavení zabezpečeného přístupu

Pro prohlížení vizualizace je potřeba být v režimu *Debug*. Pokud chceme vizualizaci sledovat pomocí prohlížeče, je zapotřebí *Zkompilovat webové stránky*,  dále přeložit projekt a poslat ho do PLC, kde se uloží na paměťovou SD kartu. Každé PLC podporující Webmaker ji umožňuje vložit. Bez této karty by nebylo možné naše stránky v prohlížeči sledovat. Pokud je počítač, kterým se chcete připojit, na stejné síti jako PLC, stačí pouze do prohlížeče zadat IP adresu daného PLC. Příklad jak může vypadat vytvořená stránka:



Obrázek č. 29 Stránka vytvořená pomocí Webmaker

7 GSM MODEM

PLC s tímto modemem je umožněno přijímání SMS zpráv do PLC a odesílání SMS zpráv z PLC. Pro zjednodušení zasílání krátkých zpráv v síti GSM můžeme použít instrukci SMS. Umožňuje PLC přijímat a odesílat zprávy a sama tato instrukce řídí komunikaci s GSM modemem. Díky této instrukci je možné zasílat dotazy nebo příkazy z běžného mobilního telefonu do PLC. Nebo také PLC může samo odeslat SMS zprávu na mobilní telefon. Například v případě nějaké poruchy může PLC samo poslat SMS a přivolat si údržbu. Zprávy může zasílat mezi různé operátory (v ČR Vodafone, T-Mobile, O2). Jelikož je GSM síť propojená s internetem, může také zasílat zprávy pomocí elektronické pošty. Pro využití této instrukce musí být sériový kanál PLC nastavený v režimu *uni*. Otevřeme *Manažer projektu->Hw->Konfigurace HW->Nastavení CPU* a zde nastavíme jeden kanál na *uni*.

Struktura kanálů	rám / pozice	Režim kanálu	Adresa pro komunikaci	Komunikační rychlost	Prodleva odpovědi	Dopravní zpoždění	Detekce CTS	Předávání tokenu	Přenos s paritou
[-] CP-1005	0 / 0								
[-] CH									
[-] CH1		uni <input checked="" type="checkbox"/>							
[-] CH2		OFF							
[-] CH3		OFF							
[-] CH4		OFF							

Obrázek č. 30 Nastavení parametrů kanálů pro GSM komunikaci

Po přepnutí kanálu do režimu *uni* jej musíme ještě nastavit. Po kliknutí na ikonu se otevře *Nastavení univerzálního režimu kanálu*. Zde musíme nastavit následující parametry:

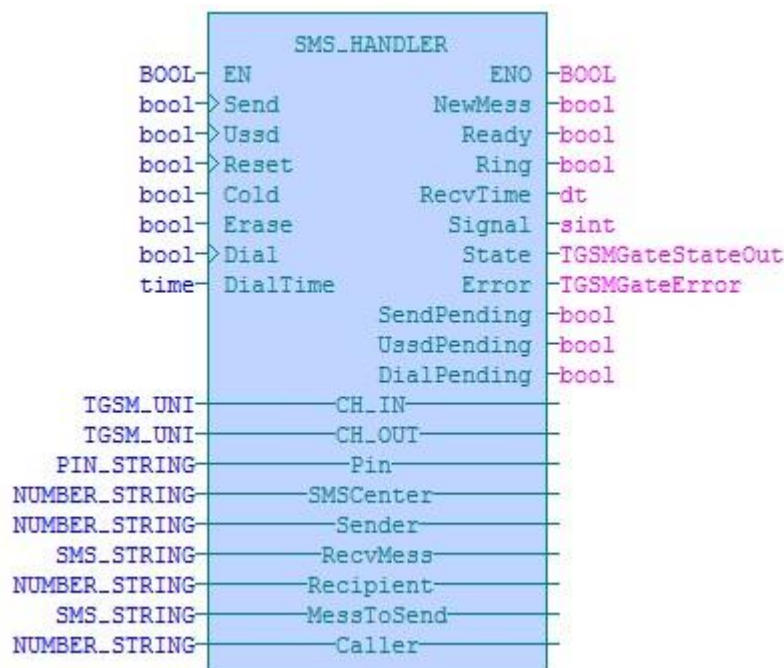
- Délku přijímací zóny na 360 bytů
- Délku odesílací zóny na 360 bytů
- Komunikační rychlost na 9600 baudů
- Formát dat 8 bitů bez parity
- Maximální délku zprávy na 360
- Minimální dobu klidu na lince mezi přijímanými zprávami 5 bytů
- Minimální dobu klidu na lince mezi odesílanými zprávami 40 bytů

The screenshot shows a configuration window for a universal channel for SMS sending. It is organized into several sections:

- Přijímací zóna (Reception Zone):** Délka zóny (360), Adresa zóny (4), Přijímací zóna (CH2_ZoneIN).
- Vysílací zóna (Transmission Zone):** Délka zóny (360), Adresa zóny (4), Vysílací zóna (CH2_ZoneOUT).
- Komunikační rychlost (Communication Speed):** 9 600.
- Formát dat (Data Format):** 8b, bez parity.
- Počáteční znak (Start Character):** Detekovat, Vysílat, Kód znaku (0).
- Koncový znak (End Character):** Detekovat, Vysílat, Dva znaky, Kód znaku (0, 0).
- Adresa stanice (Station Address):** Adresa stanice (0), Detekovat při příjmu (0), Zápis při vysílání (0).
- Parita prvního bytu přijímané zprávy (Parity of the first byte of the received message):** Stejná parita jako u ostatních (selected), Opačná parita než u ostatních.
- Parita prvního bytu vysílané zprávy (Parity of the first byte of the transmitted message):** Stejná parita jako u ostatních (selected), Opačná parita než u ostatních.
- Kontrolní součet (Checksum):** Kontrola při příjmu, Výpočet při vysílání, Poz. prvního znaku CHS (0).
- Potvrzení zprávy bez dat (Confirmation of message without data):** Detekovat, Vysílat, Dva znaky, Kód znaku (0, 0).
- Délka zprávy (Message Length):** Detekovat při příjmu, Zápis při vysílání, Pozice délky zprávy (0), Maximální délka (360).
- Režim řízení modemových signálů (Modem signal control mode):** Řízení signálu RTS (automatická hodnota), Řízení signálu DTR (trvale hodnota 0), Odpojení přijímače během vysílání.
- Min. doba klidu na lince mezi přijímanými zprávami (počet bytů) (Minimum idle time on the line between received messages (number of bytes)):** 5.
- Min. doba klidu na lince mezi vysílanými zprávami (počet bytů) (Minimum idle time on the line between transmitted messages (number of bytes)):** 40.

Obrázek č. 31 Nastavení univerzálního kanálu pro posílání SMS

Nyní už můžeme použít funkční blok SMS_Handler. Ten zajišťuje komunikaci s GSM bránou.



Obrázek č. 32 Funkční blok SMS_Handler

Pro správnou funkci musí být pro každý komunikační kanál pouze jedna instance funkčního bloku. Pro spojení funkčního bloku s komunikačním kanálem musí být do proměnné CH_IN přiřazena zóna kanálu UNI_CHx_IN (x značí číslo kanálu v režimu uni,

v našem případě podle obrázku č. 29 (UNI_CH2_IN) a do proměnné CH_OUT přiřazena komunikační zóna UNI_CHx_OUT (UNI_CH2_OUT). Při inicializaci funkčního bloku po restartu PLC, chybě komunikace s branou nebo při náběžné hraně na vstupu *Reset*, se provede inicializace GSM brány. Při inicializaci se odesílá PIN SIM karty, pokud je vyžadován, který se načítá ze vstupu *Pin*. Dále se odešle číslo střediska SMS zpráv, které máme uloženo v proměnné na vstupu *SMSCenter* (Vodafone '+420608005681', T-Mobile '+420603052000', O2 '+420602909909'). Jestliže během inicializace vstup *Erase* je nastaven na log. 1, jsou postupně smazány všechny SMS uložené na SIM kartě. Po inicializaci blok nastaví výstup *Ready* na log. 1, čímž signalizuje připravenost k přijímání a odesílání zpráv. Popis dalších vstupů bloku:

Vstupy:

- *Send* – odeslání SMS zprávy na náběžnou hranu, pokud není výstup *Ready* nastaven na log. 1, odesílání se odloží, než se nastaví
- *Ussd* – odeslání příkazu jako telefonního čísla na náběžnou hranu, umožňuje nám zjistit výši kreditu (Vodafone '*22#', T-Mobile '*101#', O2 '*104*#')
- *Cold* – provede při inicializaci i softwarový reset modemu
- *Dial* – prozvoní číslo příjemce SMS
- *DialTime* – délka prozvánění

Výstupy:

- *NewMess* – příjem nové SMS zprávy
- *Ring* – Signalizace příchozího volání
- *RecvTime* – čas přijetí SMS zprávy
- *Signal* – síla signálu v procentech, neznámou úroveň signálu značí hodnota -1
- *SendPending* – probíhá odesílání SMS
- *UssdPending* – probíhá odesílání příkazu jako telefonního čísla
- *DialPending* – probíhá prozvánění telefonního čísla

Vstup/Výstup:

- Sender – telefonní číslo odesílatele přijaté SMS zprávy
- RecvMess – text přijaté SMS zprávy
- Recipient – telefonní číslo příjemce zprávy k odeslání
- MessToSend – text SMS zprávy k odeslání
- Caller – telefonní číslo volajícího

K dispozici jsou ještě SMS_Handler2 a SMS_Handler3. SMS_Handler2 využívá PDU módu ke komunikaci s GSM bránou. Další rozšíření je možnost kódování zpráv a vyžádání stavu o doručení zprávy. Kódování se řídí vstupy *PlcCoding* (kódování stringů v programu PLC) a *SmsCoding* (kódování SMS zpráv). Stav doručení je zobrazen výstupem *StatCode*. SMS_Handler3 data nepředává jako STRING, ale jako pole binárních dat. Tímto způsobem lze přes SMS zprávu přenášet data obsahující binární nuly, které nelze předat pomocí typu STRING. Pro tyto účely je zde vstup *MessLen*, do které nastavujeme počet posílaných bytů (1 až 160 bytů). Na vstup *MessToSend* se pak předává první byte dat.

8 PROPOJENÍ VÍCE PLC ŘADY TECOMAT FOXTROT

Pro propojení dvou PLC je zapotřebí nastavit kanály obou PLC. Musíme otevřít *Manažer projektu->Hw->Konfigurace HW->Nastavení CPU*. Otevře se nám okno, kde musíme nastavit kanál Ethernetu *uni* na zapnuto. Jakmile ho přepneme, objeví se možnost dalšího nastavení.

Struktura kanálů	rám / pozice	Režim kanálu	Adresa pro komunikaci	Komunikační rychlost	Prodleva odpovědi	Dopravní zpoždění	Detekce CTS	Předávání tokenu	Přenos s paritou
CP-1004	0 / 0								
CH									
CH1		uni <input checked="" type="checkbox"/>							
CH2		OFF							
CH3		OFF							
CH4		OFF							
ETH1			192.168.033.176						
ETH		PC, MDB							
ETH		PLC -off							
ETH		uni <input checked="" type="checkbox"/>							
ETH		BAC -off							

Obrázek č. 33 Nastavení PLC pro ethernetové propojení

V nastavení univerzálního režimu kanálu se nastavuje přijímací a odesílací zóna. Délka zóny určuje délku datové části. Adresa zóny slouží pro nastavení registru, kde bude zóna začínat. Tato hodnota se nastavuje automaticky, ale je možnost ručního nastavení. Další položka je nastavení symbolického jména přijímací nebo odesílací zóny.

Přijímací zóna Délka zóny: <input type="text" value="40"/> Adresa zóny: <input type="checkbox"/> %R0 Přijímací zóna: <input type="text" value="ETH1_UNIQ_IN"/>		Vysílací zóna Délka zóny: <input type="text" value="40"/> Adresa zóny: <input type="checkbox"/> %R0 Vysílací zóna: <input type="text" value="ETH1_UNIQ_OUT"/>	
Typ protokolu <input checked="" type="radio"/> TCP master <input type="radio"/> TCP slave <input type="radio"/> UDP		Vzdálená IP adresa: <input type="text" value="10.5.18.74"/> Vzdálený port: <input type="text" value="61001"/> Místní port: <input type="text" value="61000"/>	

Obrázek č. 34 Nastavení kanálu ETH uni

Máme zde na výběr z dvou protokolů TCP nebo UDP. U protokolu TCP musíme určit, které PLC bude master. Toto PLC pak aktivně vytváří a udržuje spojení. U protokolu UDP se obě PLC snaží o navázání spojení, po spojení jsou posílána data.

Tabulka č. 1 Nastavení komunikace mezi dvěma PLC (protokol TCP)

	PLC 1	PLC 2
Protokol	TCP master	TCP slave
Vlastní IP adresa	10.5.18.77	10.5.18.74
Místní port	61000	61001
Vzdálená IP adresa	10.5.18.74	0.0.0.0
Vzdálený port	61001	0

Tabulka č. 2 Nastavení komunikace mezi dvěma PLC (protokol UDP)

	PLC 1	PLC 2
Protokol	UDP	UDP
Vlastní IP adresa	10.5.18.77	10.5.18.74
Místní port	61000	61001
Vzdálená IP adresa	10.5.18.74	10.5.18.77
Vzdálený port	61001	61000

Při požadavku připojení více PLC k jednomu PLC protokolem TCP může vždy komunikovat v daném okamžiku jen s jedním PLC. Při tomto nastavení PLC čeká, až s ním některé vzdálené PLC naváže spojení. Poté jsou poslána data. Pokud vzdálené PLC přestane komunikovat, spojení se po několika minutách ukončí a spojení může navazovat jiné vzdálené PLC. Pomocí resetu lze spojení ukončit dříve. Pokud tento příkaz pošle PLC nastavené jako master, provede se v zápětí nové spojení. Pokud je PLC nastaveno jako slave, čeká na další navázání spojení. Parametry se definují následovně:

Tabulka č. 3 Nastavení komunikace dvou PLC s jedním PLC (protokol TCP)


	PLC 1	PLC 2	PLC 3
Protokol	TCP slave	TCP master	TCP master
Vlastní IP adresa	10.5.18.77	10.5.18.74	10.5.18.73
Místní port	61000	61001	61002
Vzdálená IP adresa	0.0.0.0	10.5.18.77	10.5.18.77
Vzdálený port	0	61000	61000

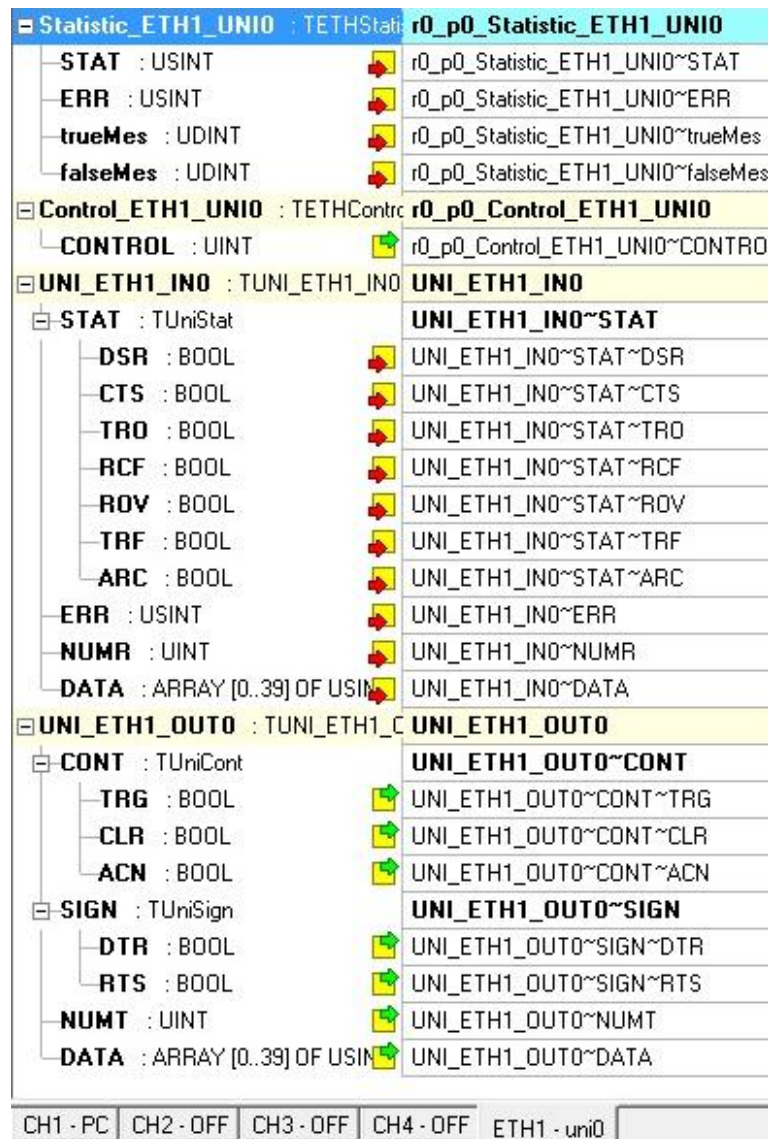
Při propojení více PLC k jednomu pomocí protokolu UDP taktéž zde může komunikovat v daném okamžiku pouze jedna z nich. PLC čeká na navázání spojení od některého vzdáleného PLC. Po navázání spojení se posílají data. Pokud vzdálená stanice přestane

komunikovat po zhruba 2 sekundách je spojení uvolněno. Aby se nepřerušovalo spojení, je zapotřebí komunikovat s periodou kratší než 2 sekundy. Parametry se definují následovně:

Tabulka č. 4 Nastavení komunikace dvou PLC s jedním PLC (protokol UDP)

	PLC 1	PLC 2	PLC 3
Protokol	UDP	UDP	UDP
Vlastní IP adresa	10.5.18.77	10.5.18.74	10.5.18.73
Místní port	61000	61001	61002
Vzdálená IP adresa	0.0.0.0	10.5.18.77	10.5.18.77
Vzdálený port	0	61000	61000

Do *Nastavení vstupů a výstupů* se dostaneme pomocí ikony. 



Obrázek č. 35 Nastavení V/V – list Ethernet

Ve spodní části okna jsou listy jednotlivých kanálů. Zvolíme si list *ETH1 – uni0* a zde najdeme všechny proměnné používané touto komunikací. Popis nejdůležitějších z nich:

Diagnostika kanálu

- STAT – status komunikace ukazuje stav spojení (\$01 - spojeno, \$00 - rozpojeno)
- ERR – hlásí chybnou komunikaci, možné chyby:
 - \$10 – chybný počáteční znak
 - \$11 – chyba parity
 - \$12 – překročena maximální délka zprávy
 - \$13 – chybný druhý byte potvrzení
 - \$14 – chybný druhý byte koncového znaku
 - \$18 – chyba kontrolního součtu
 - \$19 – chybný koncový znak
 - \$31 – chybná délka vysílání dat
 - \$32 – nulová délka vysílaných dat
 - \$40 – nedodržen timeout
- trueMes – udává počet platných komunikací
- falseMes – udává počet chybných komunikací
- CONTROL – řízení komunikace (\$01 – reset spojení, \$00 – beze změny)

Komunikační zóny

- CTS – stav signálu neboli připravenost k vysílání
- TRO – oznamuje naplnění vysílacích zásobníků, pokud je log. 1, zásobníky jsou plné a zápis další zprávy bude neplatný
- RCF - oznamuje naplnění přijímacích zásobníků, pokud je log. 1, zásobníky jsou plné a dojde ke ztrátě již přijaté zprávy
- ROV – hlásí přetečení, pokud je log. 1, pak přijatá zpráva je delší než vyhrazená přijímací zóna

- TRF – průběh přijímání zprávy, pokud je log. 1, zrovna probíhá příjem. Zápis další zprávy bude akceptován až po odvysílání
- ARC – alternace příjmu, při nově přijaté zprávě se změní bit
- ERR – chyba příjmu, jsou zde stejné chyby jako u diagnostického kanálu
- NUMR – počet přijatých bytů
- DATA – přijatá nebo vysílaná zpráva, obě jsou to pole
- TRG – průběh vysílání zprávy, pokud je log. 1, probíhá vysílání.
- CLR – vymazání vysílacích a přijímacích zásobníků při nastavení na log. 1
- ACN – alternace řízení, při změně bitu dojde k akceptování hodnot TRG nebo CLR
- NUMT – počet vysílaných bytů

TCP:

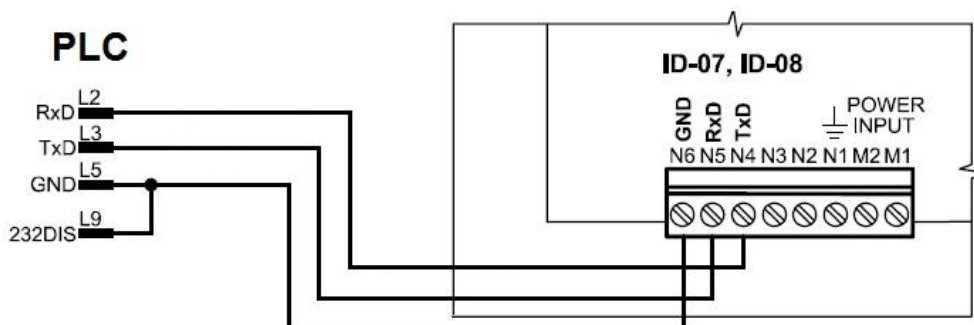
Pokud v proměnné STAT v Statistic_ETH1_UNIO bude hodnota log. 1, znamená to, že komunikace zrovna probíhá. Pro odesílání dat musí být TRG nastaven na hodnotu log. 1 a do NUMR a NUMT se musí nastavit délka vysílací a přijímací zóny. Pokud jsou data připravena k odeslání, stačí nastavit ACN na hodnotu log. 1 a data se odešlou.

UDP:

U této komunikace poznáme, jestli spojení funguje, až když pošleme data. Po přijetí dat se proměnná trueMess zvětší o jedničku. Pro posílání dat je také zapotřebí nastavit TRG a ACN na hodnotu log. 1.

9 OPERÁTORSKÝ PANEL ID-07

Operátorský panel patří do skupiny HMI (Human Machine Interface). Je to rozhraní, pomocí kterého člověk ovládá daný stroj nebo proces. Tento panel umožňuje zadávat a sledovat data. Panel se připojí k PLC na vstupy RxD, TxD a GND.



Obrázek č. 36 Zapojení operátorského panelu ID-07

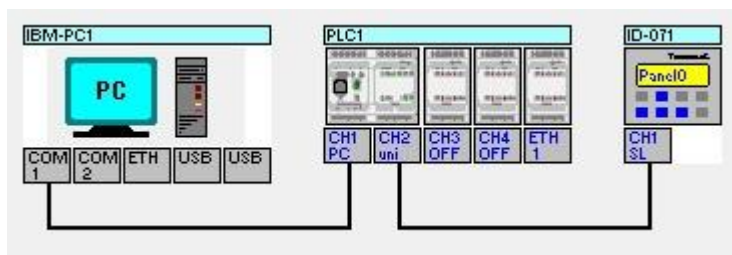
Pro práci s operátorským panelem je nejdříve zapotřebí nastavit připojení s PLC. Nejprve nastavíme samotné PLC, aby mohlo s panelem komunikovat. Otevřeme si *Manažer projektu->Hw->Konfigurace HW->nastavení CPU*

Režim kanálu	Struktura kanálů	rám / pozice	Režim kanálu	Adresa pro komunikaci	Komunikační rychlost	Prodleva odpovědi	Dopravní zpoždění	Detekce CTS	Předávání tokenu	Přenos s paritou
uni	CP-1004	0 / 0								
1 - 4	CH									
Adresa pro komunikaci: 0	CH1		PC <input checked="" type="checkbox"/>	0	38 400	10		off		on
Komunikační rychlost: 38 400	CH2		uni <input checked="" type="checkbox"/>							
Prodleva odpovědi: 10	CH3		OFF							
Dopravní zpoždění: 0	CH4		OFF							
Detekce CTS: off	ETH1			192.168.033.176						
Předávání tokenu: off	ETH		PC, MDB							
Přenos s paritou: on	ETH		PLC -off							
	ETH		uni -off							
	ETH		BAC -off							

Obrázek č. 37 Nastavení PLC pro komunikace s operátorským panelem

Pro komunikaci s panelem musíme nastavit režim kanálu na *uni*. Zde nastavíme komunikační rychlost na 19200. Když PLC komunikuje s počítačem přes sériovou linku, tak kanál CH1 je vyhrazen pro tuto komunikaci. Proto musíme nastavit kanál CH2. Pokud PLC komunikuje s počítačem přes ethernet, můžeme použít kanál CH1. Nyní už můžeme nastavit propojení panelu s PLC. Půjdeme do záložky *Hw->Síť PLC-logické propojení*. Pravým tlačítkem otevřeme menu *Objekty->Vložit projekt z aktuální skupiny projektů* kde vybereme naše PLC. Dále si vložíme operátorský panel *Objekty->ID-07* a můžeme i počítač ke kterému je PLC připojeno. Nyní je musíme správně propojit. Počítač propojím


s CH1 a operátorský panel s CH2. V případě připojení počítač přes ethernet je propojíme ETH – ETH1.



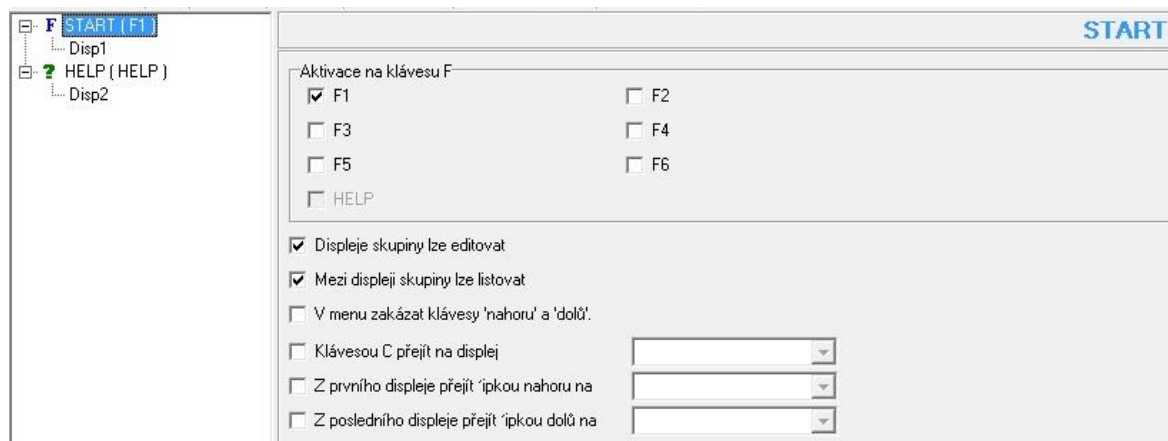
Obrázek č. 38 Nastavení propojení operátorského panelu s PLC

Nastavení panelu se otevře po vložení panelu na pracovní plochu, nebo kliknutím pravým tlačítkem na kanál operátorského panelu a zvolit *Nastavení sítě*. Máme možnost vybrat, jestli panel bude master nebo slave. Když použijeme ID-07 tak máme na výběr jediné velikost displeje 2x16 znaků. Při použití ID-08 je navíc možnost výběru velikosti displeje 4x20 znaků. Pro použití PanelMaker musíme zaškrtnout *Použít nástroj PanelMaker*.

Obrázek č. 39 Nastavení operátorského panelu

PanelMaker můžeme otevřít přes *Nástroje->PanelMaker* nebo ikonou na hlavní liště. 

Po otevření nového okna můžeme vidět vpravo seznam skupin displejů, nastavení aktivace na klávesu F, tato možnost není i panelů ID-07 jelikož nemají tyto tlačítka. Když skupině displejů přiřadíte jedno z těchto tlačítek, budete se mezi jednotlivými skupinami moci pohybovat pomocí těchto tlačítek.



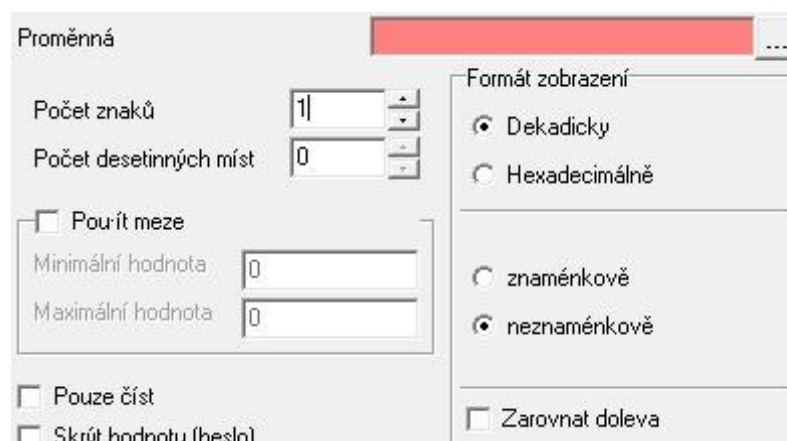
Obrázek č. 40 PanelMaker – nastavení skupiny displejů

Po zvolení displeje ve skupině se otevře okno s nastavením. Zde už vidíme, co se na displeji bude zobrazovat a můžeme si to libovolně měnit. Displej má počet polí podle toho, jak jsme si je na začátku nastavili. Můžeme vpisovat do polí libovolný text, stačí pouze na dané pole kliknout.



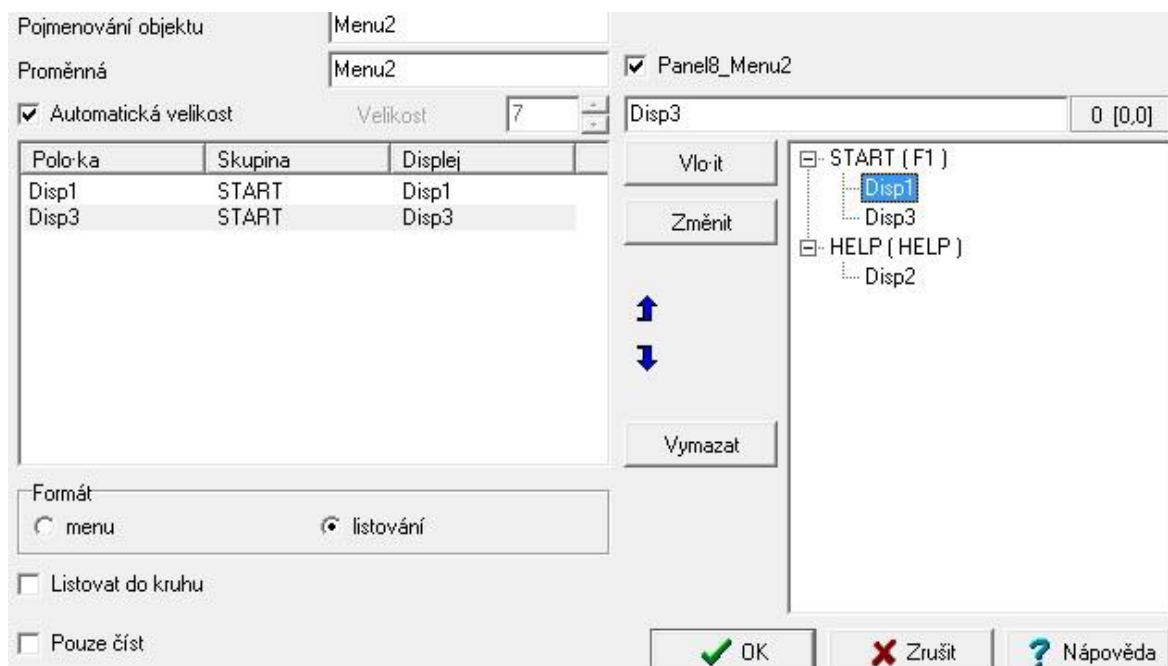
Obrázek č. 41 PanelMaker – nastavení displeje

Přidání proměnné lze pomocí ikony V. Slouží pro zobrazení hodnot jednotlivých proměnných. Nastavuje se zde proměnná, počet znaků na displeji, počet desetinných míst, formát zobrazení, nebo jestli je hodnota pouze pro čtení. Proměnné mají zelené pozadí.



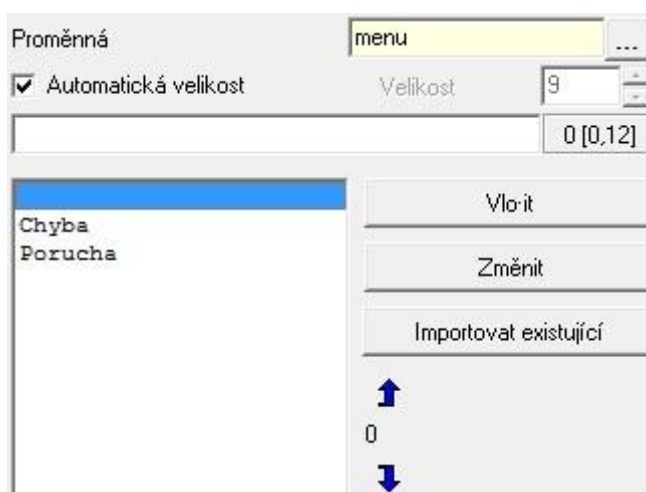
Obrázek č. 42 PanelMaker – nastavení proměnné

Menu zase vložíme pomocí ikony M. Také zde se nastavuje proměnná, podle které se volí, jaký displej bude zobrazen. Můžeme vybrat automatickou velikost nebo můžeme zvolit vlastní velikost. I zde je možnost nastavení pouze pro čtení, takže nebude možné procházet listy pomocí tlačítek na operátorském panelu. Menu má žluté pozadí.



Obrázek č. 43 PanelMaker – nastavení menu

Lze zde ještě vložit zprávu, která slouží pro zobrazování různých textů podle hodnoty proměnné. Z toho vyplývá, že opět je zapotřebí nastavit proměnnou. Text pro různé hodnoty můžeme importovat, nebo ručně vložit. Zprávy mají modré pozadí.



Obrázek č. 44 PanelMaker – nastavení zprávy

ZÁVĚR

Cílem práce bylo ověření možností programovatelných automatů Tecomat Foxtrot a využití způsobů programování dle normy IEC 61131-3 na modelech EDU-mod. U těchto programů byl využit GSM modul, operátorský panel, webový server a dále také byla ověřena komunikace mezi dvěma PLC.

Teoretická část se zabývá rozdělením PLC podle konstrukce, jazyky které splňují normou IEC 61131-3, vybranými typy komunikačního propojení, základním popisem nejpoužívanějších programovatelných automatů od firmy TECO a.s. a vývojovým prostředím Mosaic. V dnešní době jsou asi nejpoužívanější PLC od firmy TECO a.s. modulární automaty Tecomat Foxtrot a Tecomat TC700. Dříve se využívaly i kompaktní TC600 tohoto výrobce, ale v dnešní době jsou nahrazovány Foxtroty, protože Foxtroty jsou modulární, mají nízkou pořizovací cenu, možnost připojení na síť pomocí ethernetu a velikostí se mohou srovnávat s kompaktními PLC při použití menšího množství modulů.

Praktická část se zabývá propojením EDU-mod modelů s PLC. V tomto případě je využit modul, pomocí kterého se EDU-mod model připojuje k PLC. Dále je ukázáno nastavení PLC z hlediska komunikace s počítačem a dalšími zařízeními. GSM modem a operátorský panel ID-07 má specifické požadavky pro nastavení, stejně tak i komunikace mezi dvěma PLC. V praktické části bylo popsáno nastavení jednotlivých zařízení včetně screenshotů těchto nastavení.

V příloze byla vytvořena zadání pro jednotlivé modely, uveden postup vypracování a přidán odkaz na vytvořené programy. V programech je záměrně použito několik programovacích jazyků, aby byla demonstrována a ukázána možnost jejich použití. U všech modelů je využito možností webového serveru pro vizualizaci, která byla vytvořena za pomoci nástroje WebMaker. Při programování modelů lze také využít externích binárních a analogových vstupů (tlačítko a potenciometr). U modelu křížovanky byl také využit operátorský panel ID-07. Model hydraulické posuvné linky ověřuje komunikaci mezi dvěma PLC a využívá také možnosti GSM modemu.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The purpose of this work was verification of possibilities of programmable logic controllers Tecomat Foxtrot and using programming methods in accordance with standard IEC 61131-3 on EDU-mod models. For these models was used GSM modem, operator panel, web server and furthermore communication between to PLC's has been verified.

Theoretical part is focused on classification of PLC's by construction, languages that meet the standard IEC 61131-3, selected types of communications connections, basic description of most used programmable logic controllers from TECO a.s. Company and development environment Mosaic. The most used PLC's from TECO a.s. are modular controllers Tecomat Foxtrot and Tecomat TC700. Compact TC600 from this manufacturer were used previously, but they are nowadays replaced by Foxtrot's, because they are modular, have low price, facility to connect to the network via ethernet and they can match in size compact PLC's if used in lesser number of modules.

Practical part is focus on connecting EDU-mod models with PLC. In this case is used module with which is EDU-mod connecting to PLC. PLC settings in terms of communication with computer and other devices is shown as well. GSM modem and operator panel ID-07 have specific requirements for setting as well as communication between two PLC's. Practical part contains description of setting up individual devices and relevant screenshots of these settings.

Appendix contains tasks for individual models, development procedure and link to created programs. Programs are written with several programming languages to demonstrate possibilities of their usage. All models are using web server for visualisation that has been created via WebMaker tool. While programming models, one can use external binary and analog inputs (button and potentiometer). In the crossroads model was used operator panel ID-07. Model of hydraulic conveyor belts verifies communication between two PLC's and is using possibilities of GSM modem.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] TECOMAT. Tecomat, PLC for machine, process, technology, transport and building automation [online]. Havlíčkova 260, 280 58 Kolín 4, 2009 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00410_01_Foxtrot_PLC_cz.pdf
- [2] TECOMAT. Tecomat, PLC for machine, process, technology, transport and building automation [online]. Havlíčkova 260, 280 58 Kolín 4, 2009 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: <http://www.tecomat.com/index.php>
- [3] Programovací režimy pro PLC dle IEC 61131-3 (CoDeSys). In: VOJÁČEK, Antonín. Automatizace.HW.cz: Vše o elektronice a programování [online]. 3.3.2011 [cit. 2012-05-07]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/programovaci-rezimy-pro-plc-dle-iec-611313-codesys>
- [4] APEX. *Převodník komunikačních linek ACN12G: Uživatelská příručka* [online]. 1. vyd. Liberec, 30.3.2001, <http://www.apex-lib.cz/acn12g.pdf> [cit. 2012-04-16].
- [5] Svět hardware. [online]. oXy Online s.r.o., 1998-2011 [cit. 2012-04-21]. Dostupné z: <http://www.svethardware.cz/forum/imagehosting/461984b5ec842b57d6.jpg>
- [6] Ethernet. Svět sítí - informace ze světa počítačových sítí [online]. 2000 - 2012 [cit. 2012-04-22]. Dostupné z: <http://www.svetsiti.cz/clanek.asp?cid=Ethernet-1992000>
- [7] Optické sítě - Programuj.com. [online]. 2003-2012 [cit. 2012-04-22]. Dostupné z: <http://programujte.com/clanek/2006120301-opticke-site/>
- [8] TECOMAT. Tecomat, PLC for machine, process, technology, transport and building automation [online]. Havlíčkova 260, 280 58 Kolín 4, 2009 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00225_01_HMI_ID-07-08_cz.pdf
- [9] TECOMAT. Tecomat, PLC for machine, process, technology, transport and building automation [online]. Havlíčkova 260, 280 58 Kolín 4, 2009 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00320_01_Mosaic_ProgStart_cz.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PLC	Programmable Logic Controller.
CPU	Význam druhé zkratky.
IO	Input Output.
IL	Instruction List.
ST	Structured Text.
LD	Ladder Diagram.
FBD	Function Block Diagram.
SFC	Sequential Function Chart.
CFC	Continuous Function Chart.
USB	Universal Serial Bus.
TP	Twisted Pair.
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection
GSM	Global System for Mobile Communications (Groupe Spécial Mobile)
SMS	Short Message Service
TCP	Transmission Control Protocol

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1 Kompaktní PLC [2]	11
Obrázek č. 2 Modulární PLC [2]	12
Obrázek č. 3 Cyklus řešení uživatelského programu [1]	12
Obrázek č. 4 Instruction list	13
Obrázek č. 5 Strukturovaný text	14
Obrázek č. 6 Ladder Diagram	14
Obrázek č. 7 Function Block Diagram.....	15
Obrázek č. 8 Sequential Function Chart	15
Obrázek č. 9 Continuous Function Chart.....	16
Obrázek č. 10 Konektory USB [5].....	18
Obrázek č. 11 Optické vlákna.....	19
Obrázek č. 12 Operátorské panely ID-07 a ID-08 [2].....	21
Obrázek č. 13 Vývojové prostředí Mosaic.....	22
Obrázek č. 14 Schéma propojení PLC s modelem [1].....	24
Obrázek č. 15 Manažer projektu – Typ připojení	24
Obrázek č. 16 Nastavení ethernetového připojení PLC k počítači	25
Obrázek č. 17 Nastavení typu PLC při zakládání projektu.....	26
Obrázek č. 18 Nastavení typu PLC	26
Obrázek č. 19 Nastavení modulů	27
Obrázek č. 20 Nastavení vstupů a výstupů	27
Obrázek č. 21 Nastavení sítě PLC	27
Obrázek č. 22 Spuštění WebMaker pomocí ikony	28
Obrázek č. 23 Spuštění WebMaker přes menu	28
Obrázek č. 24 WebMaker lišta.....	28
Obrázek č. 25 Vlastnosti dvoustavového obrázku.....	29
Obrázek č. 26 Vlastnosti vícestavového obrázku	30
Obrázek č. 27 Společná nastavení	31
Obrázek č. 28 Nastavení zabezpečeného přístupu	31
Obrázek č. 29 Stránka vytvořená pomocí Webmaker.....	32
Obrázek č. 30 Nastavení parametrů kanálů pro GSM komunikaci.....	33
Obrázek č. 31 Nastavení univerzálního kanálu pro posílání SMS.....	34

Obrázek č. 32 Funkční blok SMS_Handler	34
Obrázek č. 33 Nastavení PLC pro ethernetové propojení.....	37
Obrázek č. 34 Nastavení kanálu ETH uni.....	37
Obrázek č. 35 Nastavení V/V – list Ethernet.....	39
Obrázek č. 36 Zapojení operátorského panelu ID-07	42
Obrázek č. 37 Nastavení PLC pro komunikace s operátorským panelem	42
Obrázek č. 38 Nastavení propojení operátorského panelu s PLC.....	43
Obrázek č. 39 Nastavení operátorského panelu	43
Obrázek č. 40 PanelMaker – nastavení skupiny displejů.....	44
Obrázek č. 41 PanelMaker – nastavení displeje	44
Obrázek č. 42 PanelMaker – nastavení proměnné.....	44
Obrázek č. 43 PanelMaker – nastavení menu	45
Obrázek č. 44 PanelMaker – nastavení zprávy	45

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1 Nastavení komunikace mezi dvěma PLC (protokol TCP).....	38
Tabulka č. 2 Nastavení komunikace mezi dvěma PLC (protokol UDP)	38
Tabulka č. 3 Nastavení komunikace dvou PLC s jedním PLC (protokol TCP)	38
Tabulka č. 4 Nastavení komunikace dvou PLC s jedním PLC (protokol UDP).....	39

SEZNAM PŘÍLOH

P 1 Samostatná příloha - Příklady programů