

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA APLIKOVANÉ ELEKTRONIKY A TELEKOMUNIKACÍ**

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Rešerše řídicích systémů a PLC**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2013/2014

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Tomáš LINHART**  
Osobní číslo: **E11B0226P**  
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Elektronika a telekomunikace**  
Název tématu: **Rešerše řídicích systémů a PLC**  
Zadávací katedra: **Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Proveďte průzkum v současnosti nejvíce používaných průmyslových řídicích systémů.
2. U každého systému specifikujte jeho vlastnosti, způsob programování, obsluhy. Uveďte možnosti vzdálené správy.
3. Uveďte příklady SW vývojových nástrojů a způsoby zápisu algoritmů.
4. Uveďte možnosti vizualizace a spolupráce se SCADA systémy.



Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah pracovní zprávy: **20 - 30 stran**

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

Seznam odborné literatury:

**Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Jiří Basl, Ph.D.**

Katedra aplikované elektroniky a telekomunikací

Datum zadání bakalářské práce: **14. října 2013**

Termín odevzdání bakalářské práce: **9. června 2014**

Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.  
děkan



Doc. Dr. Ing. Vjačeslav Georgiev  
vedoucí katedry

V Plzni dne 14. října 2013

## **Abstrakt**

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na programovatelné logické automaty, které se označují jako PLC a na vizualizační systémy označované jako SCADA. Obsahem bakalářské práce je základní popis těchto systémů, možnosti jejich programování a popis jednotlivých typů systémů ze současné nabídky nejznámějších výrobců. Hlavní část práce se týká PLC od vybraných sedmi výrobců, českých i zahraničních, čtenář bude zde seznámen s jednotlivými typy a jejich vlastnostmi. V druhé části práce jsou popsány SCADA systémy, čtenář zde bude seznámen se systémy českých a zahraničních firem, které jsou nejčastěji aplikovány.

## **Klíčová slova**

PLC, SCADA, vizualizace, automatizace, Tecomat, Amit, Domat, Mitsubishi, Omron, Micropel, Siemens, Control Web, InTouch, Promotic, WinCC

## **Abstract**

This work focuses on programmable logic controllers (PLC) and visualisation systems SCADA. The work brings brief description of the systems, their implementation and characterization of specified systems provided by current producers. Main goal of the first part of this work is to introduce seven specific PLCs provided by various domestic or foreign companies and their individual characteristics. Second part of this work focuses on the SCADA systems. The most widely used SCADA systems produced by domestic and foreign companies are introduced.

## **Key words**

PLC, SCADA, visualisation, automation, Tecomat, Amit, Domat, Mitsubishi, Omron, Micropel, Siemens, Control Web, InTouch, Promotic, WinCC

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jiřího Basla, Ph.D., s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této bakalářské práce, je legální.

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v knihovně a s jejím užitím k výuce v předmětu KAE / UPR nebo k vlastní potřebě jednotlivým zájemcům.

.....  
podpis

V Plzni dne 22.5.2014

Tomáš Linhart

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Jiřímu Baslovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

# Obsah

<b>OBSAH</b> .....	<b>8</b>
<b>SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>11</b>
<b>ÚVOD</b> .....	<b>13</b>
<b>1 OBECNĚ O PLC</b> .....	<b>14</b>
1.1 STRUKTURA PLC .....	14
1.2 DĚLENÍ PLC .....	16
1.3 STRUKTURA ZÁPISNÍKOVÉ PAMĚTI .....	17
1.4 PROGRAMOVÁNÍ PLC .....	18
<b>2 PLC TECOMAT</b> .....	<b>21</b>
2.1 TECOMAT TC700 .....	21
2.1.1 <i>Hlavní přednosti PLC Tecomat TC700</i> .....	22
2.1.2 <i>Skladba systému TC700</i> .....	23
2.2 TECOMAT FOXTROT .....	25
2.2.1 <i>Hlavní přednosti Tecomat Foxtrot</i> .....	25
<b>3 PLC AMIT</b> .....	<b>26</b>
3.1 PROGRAMOVATELNÉ NÁSTĚNNÉ OVLADAČE .....	27
3.1.1 <i>AMR-OP70</i> .....	27
3.1.2 <i>AMR-OP-71</i> .....	28
3.2 MALÉ KOMPAKTNÍ ŘÍDICÍ SYSTÉMY .....	28
3.2.1 <i>ADiR</i> .....	29
3.2.2 <i>AMiNi4DS</i> .....	29
3.3 KOMPAKTNÍ ŘÍDICÍ SYSTÉMY .....	29
3.3.1 <i>AMiRiS99S</i> .....	29
3.3.2 <i>AMAP99S</i> .....	29
3.4 MODULÁRNÍ ŘÍDICÍ SYSTÉMY .....	30
3.4.1 <i>ADiS</i> .....	30
<b>4 PLC DOMAT</b> .....	<b>30</b>
4.1 PŘEDNOSTI SYSTÉMŮ DOMAT .....	31
4.2 IPLC201(B), 301(B) .....	31
4.2.1 <i>Vlastnosti jednotlivých typů</i> .....	32
4.2.2 <i>Programování</i> .....	32
4.2.3 <i>Přídavné moduly a periferie</i> .....	32
<b>5 PLC MITSUBISHI</b> .....	<b>33</b>
5.1 MALÉ ŘÍDICÍ JEDNOTKY .....	33
5.1.1 <i>ALPHA2</i> .....	33
5.2 PROGRAMOVATELNÉ ŘÍDICÍ JEDNOTKY MELSEC .....	34
5.2.1 <i>MELSEC System Q</i> .....	34
5.2.2 <i>MELSEC FX</i> .....	34
5.3 PROGRAMOVÁNÍ PLC MITSUBISHI .....	35
<b>6 PLC OMRON</b> .....	<b>35</b>
6.1 KOMPAKTNÍ PLC .....	35
6.2 MODULÁRNÍ PLC .....	37
6.3 RACKOVÉ PLC .....	37
6.4 PROGRAMOVÁNÍ OMRON .....	38



<b>7</b>	<b>PLC MICROPEL .....</b>	<b>38</b>
7.1	MODULÁRNÍ PLC MPC300 .....	38
7.1.1	<i>MPC301</i> .....	39
7.1.2	<i>MPC302</i> .....	39
7.1.3	<i>MPC303</i> .....	39
7.2	KOMPAKTNÍ PLC MPC223 .....	40
7.2.1	<i>MPC223AC</i> .....	40
7.2.2	<i>MPC223DC</i> .....	40
7.3	MINIAUTOMAT PES-M66 .....	40
7.4	PROGRAMOVÁNÍ MICROPEL .....	41
<b>8</b>	<b>PLC SIEMENS .....</b>	<b>41</b>
8.1	MIKROSYSTÉMY .....	43
8.1.1	<i>LOGO!</i> .....	43
8.1.2	<i>Simatic S7-200</i> .....	44
8.1.3	<i>Simatic S7-1200</i> .....	45
8.1.4	<i>SIPLUS</i> .....	45
8.2	AUTOMATIZAČNÍ SYSTÉMY SIMATIC S7 .....	46
8.2.1	<i>Simatic S7-300</i> .....	46
8.3	PROGRAMOVÁNÍ PLC SIEMENS .....	47
<b>9</b>	<b>SCADA OBECNĚ .....</b>	<b>48</b>
9.1	MOŽNOSTI KOMUNIKACE .....	50
9.1.1	<i>OPC server</i> .....	50
9.1.2	<i>DDE server</i> .....	50
9.1.3	<i>XML sdílení dat</i> .....	51
9.1.4	<i>Sockety</i> .....	51
<b>10</b>	<b>CONTROL WEB .....</b>	<b>51</b>
10.1	VERZE .....	52
10.1.1	<i>Vývojová verze</i> .....	52
10.1.2	<i>Runtime verze</i> .....	53
10.2	KOMUNIKACE .....	53
10.3	AKTUÁLNÍ VERZE SYSTÉMU CONTROL WEB 6.1 .....	53
10.4	JEDNOTLIVÉ TYPY PRODUKTŮ A CENA .....	53
10.5	APLIKACE REGULACE HLADINY .....	54
<b>11</b>	<b>INTOUCH .....</b>	<b>56</b>
11.1	VERZE .....	57
11.1.1	<i>InTouch Runtime</i> .....	57
11.1.2	<i>InTouch Runtime Read-only</i> .....	57
11.1.3	<i>InTouch Runtime pro Terminálové služby</i> .....	58
11.1.4	<i>InTouch Compact Edition Runtime</i> .....	58
11.2	KOMUNIKACE .....	58
11.3	KOMPATIBILITA SYSTÉMŮ – OTEVŘENOST .....	58
11.4	CENA PRODUKTŮ .....	58
<b>12</b>	<b>PROMOTIC .....</b>	<b>59</b>
12.1	STRUKTURA SOFTWARE .....	59
12.1.1	<i>Editor aplikace</i> .....	59
12.1.2	<i>Editor obrazů</i> .....	59
12.2	KOMUNIKACE .....	60
12.3	OTEVŘENOST SYSTÉMŮ .....	60
12.4	CENA PRODUKTŮ .....	60
12.4.1	<i>Vývojové prostředí PROMOTIC</i> .....	60

---

12.4.2	<i>Runtime PROMOTIC</i> .....	61
<b>13</b>	<b>WINCC</b> .....	<b>62</b>
13.1	VERZE .....	63
13.1.1	<i>SIMATIC WinCC V7.2</i> .....	63
13.1.2	<i>WinCC powerrate</i> .....	63
13.1.3	<i>SIMATIC WinCC V11(TIA Portal)</i> .....	63
13.2	KOMUNIKACE .....	64
13.3	NADSTAVBY WINCC .....	64
<b>ZÁVĚR</b>	.....	<b>65</b>
<b>SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ</b>	.....	<b>67</b>
<b>PŘÍLOHY</b>	.....	<b>1</b>

## Seznam symbolů a zkratk

<i>A / D</i> .....	Analog/Digital
<i>CNC</i> .....	Computer Numerical Control
<i>CPU</i> .....	Central Processing Unit
<i>DDE</i> .....	Dynamic Data Exchange
<i>DIN</i> .....	Deutsche Industrie Norm
<i>DOS</i> .....	Disc Operating System
<i>DPH</i> .....	Daň z přiznané hodnoty
<i>D / A</i> .....	Digital/Analog
<i>EDGE</i> .....	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
<i>EEPROM</i> .....	Electrically Erasable PROM
<i>EPROM</i> .....	Erasable PROM
<i>FBD</i> .....	Function Block Diagram
<i>FLASH</i> .....	Flash Erasable Programmable Read Only Memory
<i>FSK</i> .....	Frequency Shift Keying
<i>GSM</i> .....	Global System for Mobile communications
<i>GPRS</i> .....	General Packet Radio System
<i>HD</i> .....	Hard Disc
<i>HMI</i> .....	Human Machine Interface
<i>HSDPA</i> .....	High Speed Downlink Packet Access
<i>HTML</i> .....	HyperText Markup Language
<i>HTTP</i> .....	HyperText Transfer Protocol
<i>IL</i> .....	Instructions List
<i>IP</i> .....	Internet Protocol
<i>IPv6</i> .....	Internet Protocol version 6
<i>IPX</i> .....	Internetwork Packet eXchange
<i>I / O</i> .....	Input/Output
<i>Kč</i> .....	koruna česká
<i>LAN</i> .....	Local Area Network
<i>LCD</i> .....	Liquid Crystal Display
<i>LD</i> .....	Ladder Diagram
<i>MMC</i> .....	MultiMediaCard

---

<i>NET</i>	.....	NETwork
<i>ODBC</i>	.....	Open DataBase Connectivity
<i>OLE</i>	.....	Object linking and Embedding
<i>OPC</i>	.....	OLE for Process Control
<i>PLC</i>	.....	Programmable Logic Controller
<i>PID</i>	.....	Proporcionálně-integračně-derivační
<i>RAM</i>	.....	Random Access Memory
<i>RISC</i>	.....	Reduced Instruction Set Computer
<i>ROM</i>	.....	Read Only Memory
<i>SCADA</i>	.....	Supervisory Control and Data Acquisition
<i>SDHC</i>	.....	Secure digital High capacity
<i>SQL</i>	.....	Structured Query Language
<i>SMS</i>	.....	Short message service
<i>SPS</i>	.....	Speicherprogrammierbare Steuerung
<i>SPX</i>	.....	Sequenced packet eXchange
<i>ST</i>	.....	Structured Text
<i>SW</i>	.....	Software
<i>TCP</i>	.....	Transmission Control Protocol
<i>UMTS</i>	.....	Universal Mobile Telephone Standard
<i>V / V</i>	.....	Vstup/Výstup
<i>WAN</i>	.....	Wide Area Network
<i>WiFi</i>	.....	Wireless Fidelity
<i>XML</i>	.....	eXtensible Markup Language

## Úvod

Tato bakalářská práce se věnuje přehledu v dnešní době nejpoužívanějších programovatelných logických automatů PLC a vizualizačních systémů SCADA. Dané téma bylo vybráno z důvodu, jelikož se autor o PLC delší dobu zajímá, proto byla využita možnost prohloubení dosavadních znalostí v rámci bakalářské práce a seznámení se s novými moderními řídicími systémy. Taktéž motivací pro zpracování dané problematiky bylo vytvoření seznamu různých typů PLC a SCADA od různých výrobců zahraničních a českých firem, což je z autorova pohledu velice zajímavé a taktéž považované za přínosnou učební pomůcku pro předmět KAE / UPR. Tato práce by taktéž mohla být užitečnou při rozhodování pro daný typ systému při realizaci nejrůznějších aplikací.

Cílem práce je seznámení se s programovatelnými logickými automaty PLC a SCADA vizualizačními systémy. Zabývat se PLC automaty a SCADA systémy od předních výrobců v této kategorii a vytvořit přehled nabízených produktů aktuální pro dnešní dobu. Přehled těchto systémů je sestaven na základě zkoumání trhu a nabídky předních výrobců PLC a SCADA. Jsou zde popsány jejich základní vlastnosti, možné využití a v některých případech i peněžní dostupnost zařízení.

Na začátku bylo důležité obecné seznámení a bližší studium PLC a SCADA systémů, popsání jednotlivých částí zařízení a jejich funkcí, uvedení dělení jednotlivých systémů a konkrétně u PLC uvedení možností jejich programování. Pro názornost odlišnosti způsobů programování jsou autorem uvedeny možné zápisy algoritmů pomocí jednoduchých programů pro různé reálné aplikace.

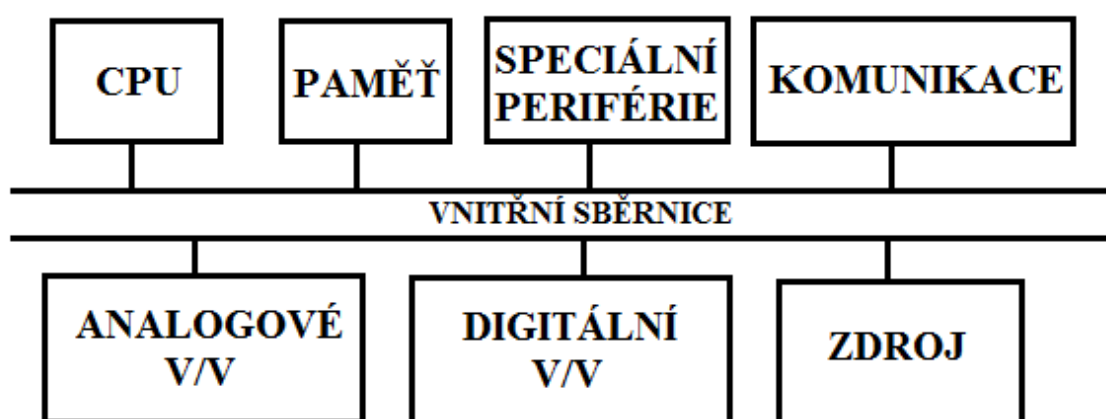
Práce se skládá ze dvou částí. První hlavní část je věnována PLC, zde je obsažen teoretický rozbor, jsou zde popsány základní pojmy, popis programovatelných automatů, struktura, rozdělení, programovací metody a přehled PLC od vybraných výrobců s jejich popisem. Druhá část je věnována SCADA systémům, ve které je taktéž obsažen teoretický rozbor a přehled nejčastěji využívaných systémů od konkrétních výrobců.

# 1 Obecně o PLC

PLC, programovatelný automat je řídicí systém k řízení průmyslových a technických procesů, který byl ve svých počátcích určen pro řešení logického řízení a tím nahrazoval reléovou logiku. Následně s vývojem techniky se systémy začaly využívat jako prostředky k měření a jsou schopny také nahradit regulátory. Více informací lze najít v [3].

Ve zkratce PLC, z anglického jazyka Programmable Logic Controller, taktéž je možné setkání se značením SPS, což znamená v německé literatuře Speicherprogrammierbare Steuerung, je přístroj pro řízení různých procesů na základě pokynů programu, který je uložen v paměti. Tyto procesy jsou realizovány v reálném čase a mohou sem například patřit regulace teploty a jiných veličin, řízení výrobních linek, řízení motorů a je možné dojít až ke složitějším realizacím jako může být automatizované řízení celých výrobních celků či umístěný PLC jako podsystém v CNC. Více informací o automatizovaných výrobních soustavách v [5]. Programovatelné automaty se liší od jiných typů počítačů odolností pro práce ve stížených podmínkách. Tyto automaty mají zvýšené odolnosti vůči poruchám a díky své vysoké odolnosti jsou nejčastěji používány ve velice náročných prostředcích, jako jsou například prašné, vlhké, studené či naopak velice teplé prostředí s vysokým žářem. [1]

## 1.1 Struktura PLC



Obr. 1.1 Blokové schéma PLC

- ***CPU***

Základní procesorová jednotka, mikroprocesor typu RISC – velmi velký výpočetní výkon [6]. Základní výpočetní jednotka je jádrem celého programovatelného automatu, určuje jeho výkonnost. Operační rychlost se liší podle doby cyklu, tato rychlost je podle typu jednotky v řádu desítek milisekund až desetin milisekund. CPU. Mohou být jednoprocessorové a taktéž víceprocesorové, které umožňující provádět několik procesů současně.

- ***Paměť***

Polovodičové paměti typu RAM, ROM, EEPROM, bez HD. EPROM a EEPROM se využívají jako uživatelská paměť, která se využívá k ukládání programu. Novější moduly používají paměť FLASH a dle typu mohou obsahovat paměťové karty. Tato paměť slouží pouze pro čtení a je velikosti v řádu jednotek MB. Paměť typu RAM, je systémová paměť, do které se dá též zapisovat a slouží pro registry, čítače a časovače. V systémové paměti je uložen systémový program. [8], [10]

- ***Speciální periférie***

Mezi speciální periférie se řadí čítače, časovače a záchytné jednotky, které zjišťují náhodné stavy. Čítače jsou používány pro počítání pulsů na vstupu, dělí se na čítač dopředu, zpětný čítač a čítač obousměrný. Časovače měří časové intervaly a jsou aplikovány např. pro zavedení zpoždění. Oboje tyto periférie jsou řízeny binárním signálem. [1], [2], [3]

- ***Komunikace***

Komunikace mezi jednotlivými vzdálenými moduly a programovatelným automatem je důležitá vlastnost. Pro komunikace se využívá rozhraní RS-232, RS-485, Ethernet, či průmyslové sběrnice CAN a Profibus. Více informací o možnostech komunikace v [5].

---

- **Analogové V/V**

Analogové vstupní a výstupní jednotky slouží k získání spojitých veličin např. k měření proudů a napětí. U těchto jednotek se využívají A/D a D/A převodníky, které převádějí na vstupu měřený analogový signál na diskretní číslicový a naopak na výstupu pro připojení akčních členů. Rozsahy pro napěťové signály jsou 0 až 10 V a 0 až 20 mA pro proudové signály. Pro proudové signály je častěji používán rozsah 4 až 20 mA. Tento rozsah je vhodný pro detekci chyby. [1]

- **Binární V/V**

Vstupně výstupní binární jednotky slouží pro připojení prvků se stejnosměrným i střídavým napájením a to nejčastěji různých koncových spínačů, senzorů, tlačítek, kde hodnoty nabývají pouze dvou stavů a to logické nuly a jedničky. Pro galvanické oddělení se ve většině případech používá optron [9]. Binární V/V jsou taktéž využívány pro poruchová čidla. [1]

- **Zdroj**

Zdroj PLC bývá již součástí CPU. U některých typů může být samostatným modulem. Zdroje jsou nejčastěji stejnosměrné 24V nebo střídavé 230V. [1]

## 1.2 Dělení PLC

Programovatelné automaty PLC jsou nejčastěji děleny podle počtu vstupů a výstupů a dle možnosti rozšíření přídatnými moduly.

- **Modulární PLC**

Je systém, kde jsou jednotlivé komponenty rozděleny do modulů. Následně celý systém se dá složit z jednotlivých modulů. Tyto systémy lze kdykoliv libovolně rozšířit a doplňovat dalšími moduly. [1], [3]



- **Kompaktní PLC**

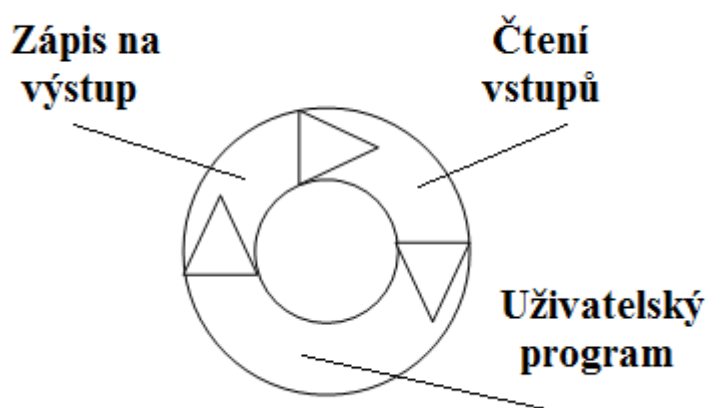
Je tvořen jediným modulem, který obsahuje CPU, digitální a analogové I/O. Rozšíření těchto systémů je omezené, lze provést rozšíření pomocí jiných funkčních bloků. Tyto PLC jsou vhodné pro úlohy středního rozsahu. [1], [3]

- **Mikro PLC**

Tato řada PLC je mezi uživateli velice oblíbená především svoji cenou a malými rozměry. U těchto zařízení většinou chybí komunikace, jejich funkce jsou redukovány na minimum a je pevně stanoven počet vstupů a výstupů, které jsou nejčastěji binární. [1], [3]

### 1.3 Struktura zápisníkové paměti

Program je posloupností instrukcí a příkazů, které se vykonávají cyklicky ve smyčce, kde návrat po ukončení programu opět na začátek je zajištěn systémovým programem. PLC nepracuje s aktuálními hodnotami vstupů a výstupů, ale s jejich obrazy, aktualizace jejich hodnot se provádí při otočení smyčky a tím je zajištěna synchronizace mezi vstupními a výstupními daty a omezena chybovost a hazardní stavy. Současně se čtením vstupů je jejich stav zapisován do obrazů vstupních signálů. Současně se zápisem na výstupu je jejich stav zapisován do obrazů výstupních signálů. [1]



Obr. 1.2 Vykonávání programu

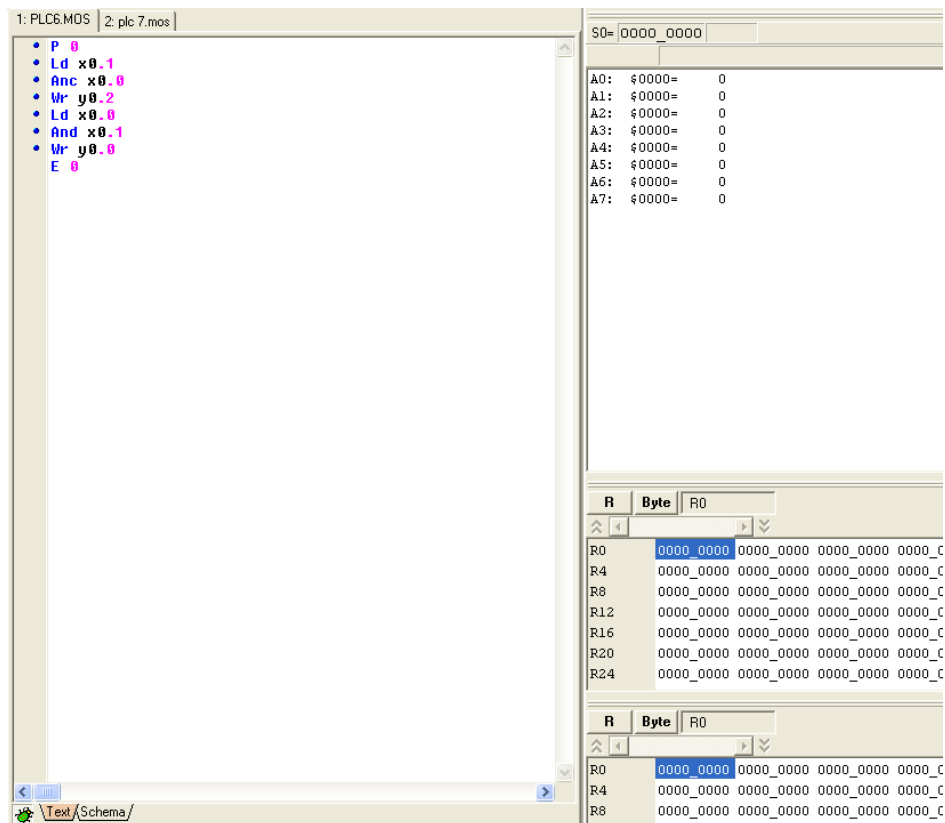
## 1.4 Programování PLC

Typy jazyků mohou být textové, které se dále dělí na instrukční list IL a strukturovaný text. Druhým způsobem je vytvoření programu grafickou metodou a to pomocí reléového diagramu či pomocí funkčních bloků. Jazyky systémů různých výrobců jsou podobné. Mezinárodní norma IEC 61131-3 vznikla pro sjednocení programovacích jazyků. Více o této mezinárodní normě v [11].

- **Instrukční list IL**

Tento jazyk je taktéž znám pod názvem jazyk mnemokódů. Jedná se o strojovou orientaci. Každé instrukci odpovídá stejně pojmenovaný příkaz jazyka. Lze používat návěští pro skoky, symbolická jména pro číselné hodnoty, pro pojmenování vstupů a výstupů, datových bloků a tabulek. [1]

*Příklad programování v IL podle IEC61131-3 je uveden na jednoduchém programu, který byl napsán pro pohyb dopravníku na posuvné jednotce. Dopravník se pohybuje opakovaně mezi body A a B. Poloha dopravníku v bodu B a povel k zpátečnímu pohybu je realizován pomocí světelné závory.*



Obr. 1.3 Ukázka jazyka v instrukčním listu v prostředí Mosaic

- **Strukturovaný text ST**

ST je jazyk podobný vyšším programovacím jazykům např. C. Ve strukturovaném textu je nutné definovat datové typy a přesně definovat adresy I/O. Zdrojový kód se skládá z podprogramů a hlavních programů. Více informací o ST v [1], [3].

*Příklad programování v ST dle normy IEC61131-3 je uveden na posuvu dopravníku pomocí PLC Foxtrot. Dopravník se po stisku tlačítka rozjede rychloposuvem a zastaví na konci dráhy (tento stav je snímán snímačem), při havarijním stavu dopravník kdykoliv zastaví na stisk tlačítka STOP. Situace je popsána rovnicí (1.1) a následně přepsána do ST.*

$$EM1 = (START + EM1) * \overline{STOP} * \overline{K4} \quad (1.1)$$

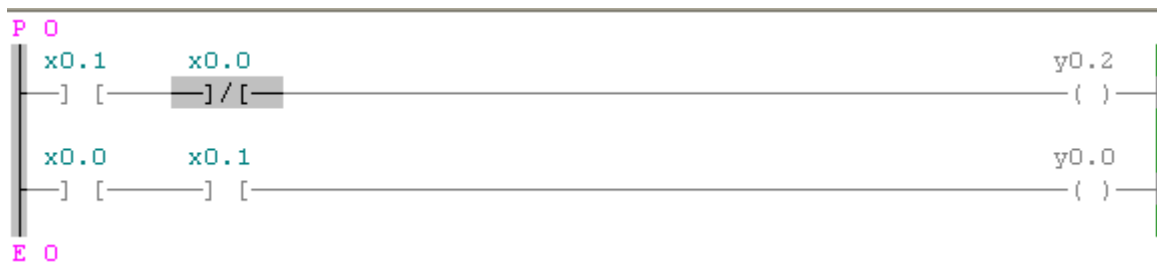
```
VAR_GLOBAL
    start at %x10.0:bool;
    stop at %x10.1:bool;
    K4 at %x10.7:bool;
    EM1 at %y2.3:bool;
END_VAR
Program prgMain
    IF ((start=true or EM1=true) and stop=false and K4=false)
        then
            EM1:=true;
        else
            EM1:=false;
        end_IF;
end_program
```

Obr. 1.4 Ukázka jazyka ve strukturovaném textu v prostředí Mosaic

- **Reléový diagram LD**

Reléový diagram z německého Lader Diagram je grafická metoda zápisu programu do PLC. Jedna z nejjednodušších metod, vhodná pro začátečníky, kteří neznají počítačové programování. Taktéž je tato metoda výhodná při hledání závad. Program zobrazuje schémata pomocí kontaktů – cívky a složitější funkční bloky jsou vykresleny jako obdélníkové značky. [1]

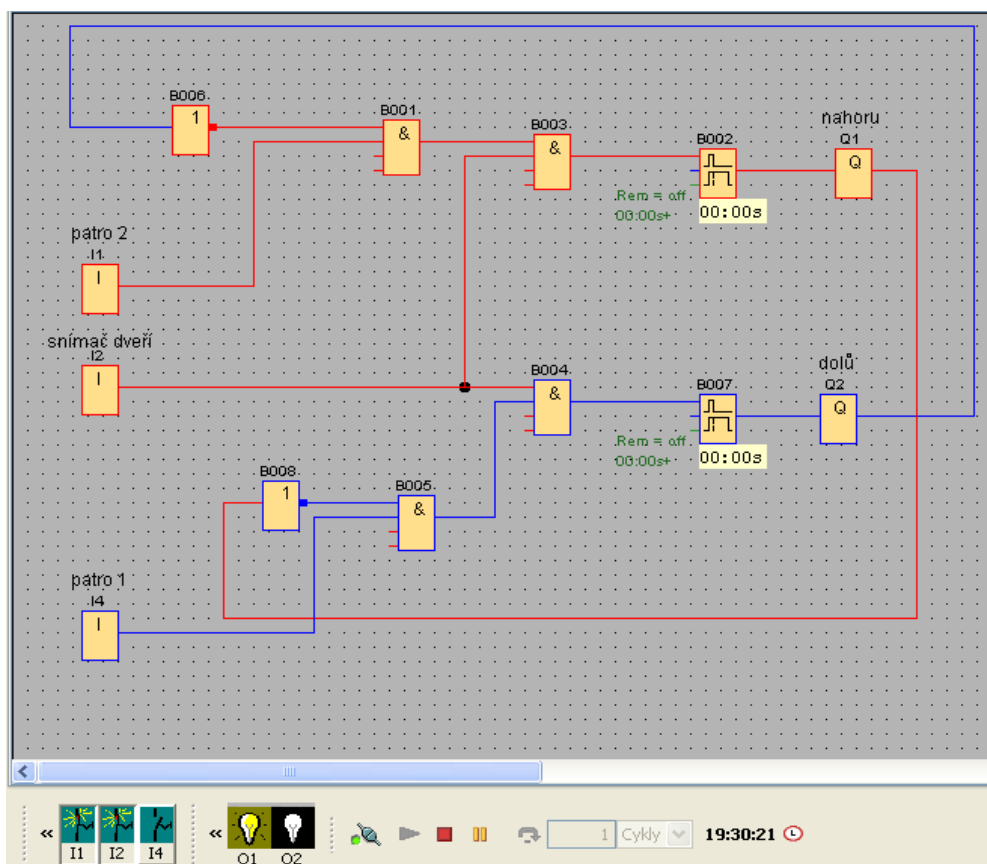
*Příklad tvorby programu pomocí reléového diagramu je demonstrován na posuvné jednotce se stejnou funkcí jako v příkladě na IL.*



Obr. 1.5 Ukázka reléového diagramu v prostředí Mosaic

- **Funkční bloky FBD**

Jazyk logických schémat je vhodný pro uživatele zvyklé na integrované číslicové obvody. Jednotlivé operace a také složitější bloky jsou značeny v obdélnících s různými počty vstupů.



Obr. 1.6 Ukázka jazyka logických schémat v prostředí LogiSoft Comfort V6

## 2 PLC Tecomat

Programovatelné automaty od firmy Teco a.s. jsou dodávány v kompaktním a také modulárním provedení. V kompaktním provedení jsou na trhu Tecomat Foxtrot a v modulárním provedení Tecomat TC700. [12]

### 2.1 Tecomat TC700

Je velkým modulárním řídicím a regulačním systémem s výkonným procesorem a moderními komunikacemi. Tecomat TC700 klade důraz na vysokou provozní spolehlivost. Tento produkt byl vyvinut pro využití ve středních a velkých aplikacích, je využíván v různých aplikacích průmyslové automatizace, v dopravních prostředcích a je aplikován v mnoha zařízeních budov. Více o technickém vybavení budov a automatizovaných výrobních soustavách v [4].



Obr. 2.1 Programovatelný automat Tecomat TC700 [12]

### 2.1.1 Hlavní přednosti PLC Tecomat TC700

- ***CPU***

Jednou z hlavních předností tohoto systému je výkonná procesorová jednotka s 32 bitovým RISC procesorem, kde lze dosáhnout rychlosti až 0,2 ms/1k instrukcí. Velikost paměti může být až 192kB pro program, 64kb pro tabulky a 3MB pro archiv. [12]

- ***Paměť***

Další výhodou je větší paměťový prostor, který lze navýšit více než 4GB, TC700 obsahuje slot pro FLASH karty (SDHC, SD, MMC). Na tyto média lze ukládat webové stránky, které může uživatel vytvářet nástrojem Web Maker, který je součástí programovacího prostředí Mosaic. [12]

- ***Komunikace***

Pro komunikaci s tímto zařízením lze použít dva nezávislé Ethernetové porty, až 10 sériových kanálů a např. pro dálkové přenosy, pro dopravní telematiku jsou k dispozici moduly s FSK modemy. Speciální rám umožňuje připojit periférie pomocí optického propojení, tímto lze s těmito perifériemi komunikovat na vzdálenost až 1700m. [12]

- ***Vyšší provozní spolehlivost***

Tecomat TC700 je jedním z mála produktů, který nabízí několika stupňovou redundanci. Zdvojuje prvky, u kterých i velice málo pravděpodobná porucha může způsobit havarijný stav, tímto lze docílit vyšší spolehlivosti. [12]

- **Programování**

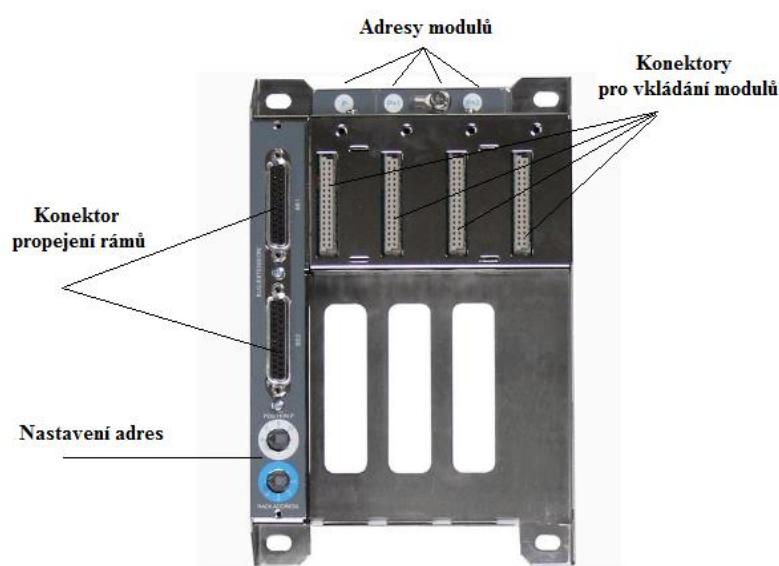
Programování respektuje normu IEC61131-3, programovat tento systém je možné základními čtyřmi druhy jazyků. Tvorba ladění programů se provádí v prostředí Mosaic. Prostředí Mosaic je freeware, tento software je možné získat na stránkách výrobce. [12]

### 2.1.2 Skladba systému TC700

Základní stavební jednotkou je rám, na který se přidávají napájecí moduly, centrální moduly, komunikační moduly, binární a analogové I/O moduly, specializované moduly (čítače, časovače) a různé typy konektorů a kabelů, které jsou potřebné pro danou aplikaci. [12]

- **Rámy**

Rám pro montáž modulů se připevňuje čtyřmi šrouby na montážní panel. Rámy jsou vyráběné ve čtyřech možných variantách a to pro přidání 2, 4, 8 či 15 modulů. Slot pro jednotlivé moduly má svojí adresu, modulu připojujeme na sběrnici rámu, která taktéž slouží jako napájení. Rám obsahuje konektory pro propojení s dalšími rámy. Volné konektory musí být vždy osazeny zakončovacími členy. Komunikace rámu je možná optickým (1700m) a metalickým propojením (300m). Cena rámu se pohybuje v rozmezí 3400 Kč až 7875 Kč za rám s patnácti pozicemi pro vkládání modulů. [12]



Obr. 2.2 Rám RM-7901 obsahující 4 pozice pro moduly [12]

- ***Napájecí moduly***

Napájecí moduly jsou nejčastěji dvoupozicové, zabírají dva sloty na rámu TC700. Napájecí zdroje jsou dodávány v provedení pro střídavé napětí 230V či stejnosměrné 24V. Napájecí zdroje obsahují procesor a umožňují autodiagnostiku zařízení. Zdroje jsou v cenovém rozmezí od 4800 Kč až do 8875 Kč. [12]

- ***Centrální moduly***

TC700 - Centrální moduly

CP-7000	CP-7004	CP-7005	CP-7007		† CP-7001	† CP-7002	† CP-7003
							
USB, CH1, CH2 slot	100M Eth USB, CH1, CH2 slot SDHC slot	10M Eth USB, CPU pro redundatní systém	100M Eth, USB, CH1, CH2 slot SDHC slot Rozšířená paměť programu a dat		USB, CH1, CH2 slot Výběhový typ	10M Eth, USB, CH1, CH2 slot Výběhový typ	10M Eth, USB, CH1, CH2 slot Výběhový typ

Obr. 2.3 Typy centrálních modulů [12]

Centrální moduly jsou jádrem celého systému. Tyto moduly se liší počtem a způsobem komunikace. Některé je možné doplnit rozšiřující pamětí Data Boxem o velikosti 3MB. Cena základního modulu s Data Boxem o velikosti 0,5 MB činí 12520 Kč. Některé centrální moduly jsou s funkcí redundance. Takovýto modul s redundantní funkcí a Data Boxem 3MB stojí až 31500 Kč dle počtu a typů komunikačních portů. [12]

- ***Komunikační moduly a submoduly***

Komunikační moduly umožňují komunikace pomocí Ethernetu 100Mbit/RJ-45, RS-232, RS-422 a RS-485. Některé typy také obsahují 1x FSK modem. Tyto moduly jsou dostupné od 5000 Kč. [12]

Submoduly se neumísťují na rám systému, ale přímo do centrálního modulu. Na trhu je několik modulů, které komunikují průmyslovými sběrnicemi Profibus či FSK. Cena těchto submodulů se pohybuje v rozmezí od 1225 Kč do 12450 Kč. [12]



- ***Binární I/O moduly***

U binárních vstupů a výstupů jsou tři možnosti volby modulu. Existují moduly jak vstupní tak výstupní, které mohou mít 16, 32 a 64 digitálních I/O. Pro každý typ je následně volba napětí 24V DC či 230V AC. Mezi tyto moduly se řadí i reléové. Ceny těchto modulů se nacházejí v rozmezí 3500kč až 11000kč. [12]

- ***Analogové I/O moduly***

Analogové I/O moduly se vyrábějí pro AC a DC ve variantách 8, 16 a 32 vstupů/výstupů. Cena těchto modulů je v porovnání s digitálními I/O vyšší a může dosahovat až 22000 Kč. [12]

- ***Specializované moduly***

Do této kategorie patří čítače, časovače, polohovací moduly a moduly připojení pneumatických ventilů. [12]

## **2.2 Tecomat Foxtrot**

Programovatelný automat Tecomat Foxtrot od firmy Teco a.s. vyniká předně svými komunikačními schopnostmi a díky originálnímu propojení se světem inteligentních elektroinstalací je označován za řídicí systém nové generace. [12]

### **2.2.1 Hlavní přednosti Tecomat Foxtrot**

- ***Propracované komunikace***

Tecomat Foxtrot obsahuje zcela unikátní sběrnici CIB (Common Installation Bus), díky které je možné řídicímu systému připojit libovolně distribuované inteligentní elektroinstalační prvky CFox. [12]

- ***Modularita***

Základní modul má vlastnosti kompaktního systému, obsahuje komunikační rozhraní, vstupy, výstupy a displej s tlačítky. Periférie lze díky sběrnici připojit až na vzdálenost 1700m. [12]

- ***CFox, RFox inteligentní elektroinstalace***

Připojením PLC Tecomat Foxtrot k inteligentním elektroinstalačním prvkům CFox a RFox vzniká moderní systém distribuovaného řízení. Díky možnosti bezdrátového připojení tohoto řídicího systému k systému RFox se stává Tecomat Foxtrot více univerzální. [12]

- ***LAN, WAN, Internet***

Integrovaný kanál pro FAST ETHERNET 100Mbit/s umožňuje přímou integraci PLC do standardních i průmyslových sítí Ethernet. Na této lince Foxtrot drží paralelně až 6 spojení, které mohou být s programovacím prostředím Mosaic, SCADA vizualizačním systémem, OPC serverem, grafickým dotykovým panelem a může zároveň odpovídat až 8 WEB klientům na dotazy na jeho WEB, které aktualizuje v každé otočce cyklu. [12]

- ***GSM, GPRS, EDGE, UMTS, 3G, HSDPA***

Tecomat Foxtrot lze propojit přes mobilní síť GSM dvěma kanály. Lze využít RS-232 pro připojení jednoduchých modemů pro příjem a vysílání SMS zprávy, nebo Dial-up vytáčeného spojení. Připojení je možné realizovat pomocí Ethernet kanálu, kterým se připojí na GSM routery, které poskytují přístup do sítě internetu. [12]

### **3 PLC Amit**

Řídicí systémy firmy Amit se zařazují svojí koncepcí do kategorie řídicích počítačů. Jsou vyvíjeny pro použití v některých nadstandardních výpočetních operacích. Lze je využít pro výpočet mocniny, odmocniny, aritmetického průměru a také v maticovém počtu. Vzhledem ke své paměťové kapacitě jsou vhodné pro archiv měřených hodnot z probíhajících procesů.

Tyto systémy lze bez jakýchkoliv programových a hardwarových úprav použít pro čtení a sledování měřených veličin, to vše díky jejich paměťové kapacitě. [13]

### 3.1 Programovatelné nástěnné ovladače

Nástěnné ovladače jsou vhodné pro regulaci teploty v budovách, spínání ventilátorů a řízení jejich rychlosti, ovládání osvětlení v místnosti a pro ovládání žaluzií a rolet. Tyto ovladače jsou dodávány ve variantě bez displeje AMR-OP3x, které jsou vybaveny pouze mechanickými ovládacími prvky pro styk s obsluhou. V dnešní době jsou ovšem častěji žádány ovladače s displeji AMR-OP7x. Hlavním prvkem je grafický displej s dotykovým panelem, který umožňuje uživateli ovládání zařízení. Výhodou těchto ovladačů je, že k ovládání všech funkcí stačí pouze samotný ovladač, který ve spolupráci s ostatními regulátory zajistí automatizaci budov. V programovacím studiu si uživatel naprogramuje libovolnou funkci a pro grafický displej vytvoří libovolný design obrazovky. [13]

#### 3.1.1 AMR-OP70



Obr. 3.1 Nástěnný ovladač AMR-OP70 [13]

Nástěnný ovladač AMR-OP70 vyráběn v 7 barevných variantách s grafickým černobílým LCD displejem s rozlišením (64 x 132) bodů o velikosti zobrazovací plochy (58 x 38) mm umožní uživateli libovolné ovládání technologií v budovách. [13]

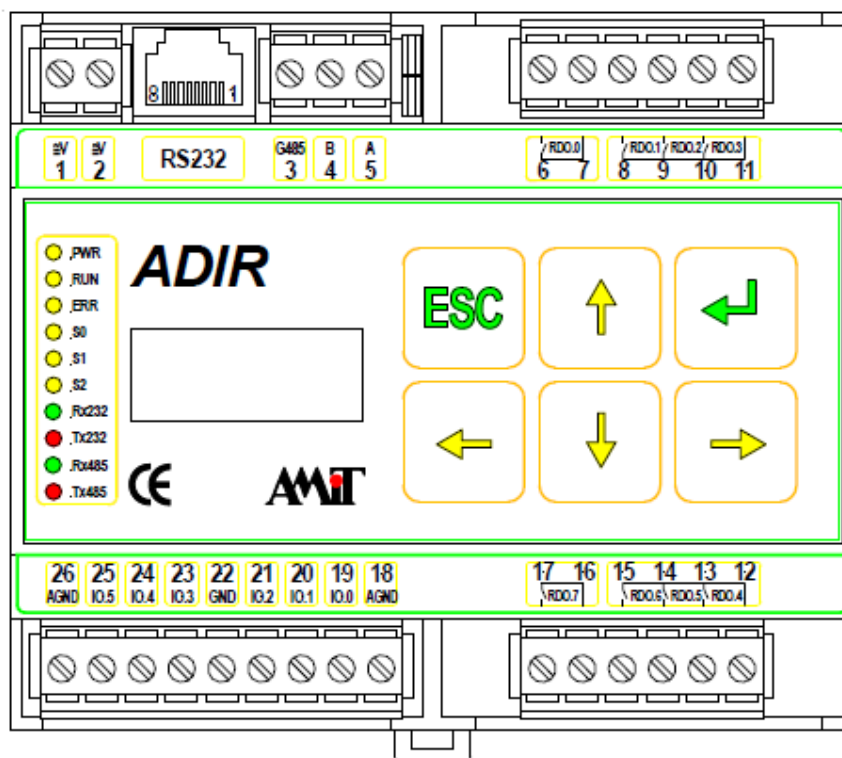
### 3.1.2 AMR-OP-71

Nástěnný ovladač funkčně totožný s typem AMR-OP70. Hlavní odlišností je pouze inovace designu. Vzhled ovladače byl inovován rámečkem z platiny či leštěného kovu.

Tab. 3.1 Porovnání AMR-OP70 a AMR-OP71

	AMR-OP70	AMR-OP71
<b>Rozlišení [bodů]</b>	64 x 132	64 x 132
<b>Zobrazovací plocha [mm]</b>	58 x 38	58 x 38
<b>Rozsah měření teplot [°C]</b>	-10 až +50	-10 až +50
<b>Komunikace</b>	RS485	RS485
<b>Stejnoseměrné napájení [V]</b>	10 až 30	10 až 30
<b>Rozměry [mm]</b>	90 x 90 x 32	90 x 110 x 21
<b>Cena [Kč]</b>	4598	4961

### 3.2 Malé kompaktní řídicí systémy



Obr. 3.2 Kompaktní systém s displejem od české firmy Amit [13]

Tyto řídicí systémy jsou volně programovatelné. Jsou malých rozměrů 100x90 mm. Systémy obsahují displej a klávesnici. Lze je snadno rozšířit pomocí vzdálených I/O. Systém lze používat při provozní teplotě -40 až 50°C. [13]

### 3.2.1 ADiR

Jedná se o nejmenší volně programovatelný kompaktní automat, který je určen pro lokální řízení velmi malých soustav. Typické je použití jako náhrada za reléovou logiku, často se používá jako PID regulátor či k měření a archivaci teplot. Obsahuje 6 vstupů analogových a digitálních, 2x8 znakový LCD displej. Komunikace s tímto systémem je možná pomocí RS232 a RS485. [13]

### 3.2.2 AMiNi4DS

Nejuniverzálnější programovatelný automat splňující všechny podmínky pro autonomní řízení a ovládání soustav. Tento systém je vybaven LCD displejem a 8 klávesy pro komunikaci s obsluhou. Oproti systému ADiR lze navíc ke komunikaci využít Ethernet. Mechanické provedení zařízení je ideální pro montáž do jističových rozvaděčů. Tento systém se typicky používá pro řízení jednoduchých strojů a k automatizaci budov. Nástupce tohoto systému s označením AMiNi4DW2(/G) je rozšířen o zabudovaný webový server a je vybaven GSM modulem pro zasílání SMS zpráv. [13]

## 3.3 Kompaktní řídicí systémy

Systémy s vysokou odolností proti rušení, které mají pevně stanovenou konfiguraci vstupů a výstupů s možností rozšíření o vzdálené I/O. Teplotní rozsah provozních teplot -20 až 70°C. Podporují přímé připojení terminálu. [13]

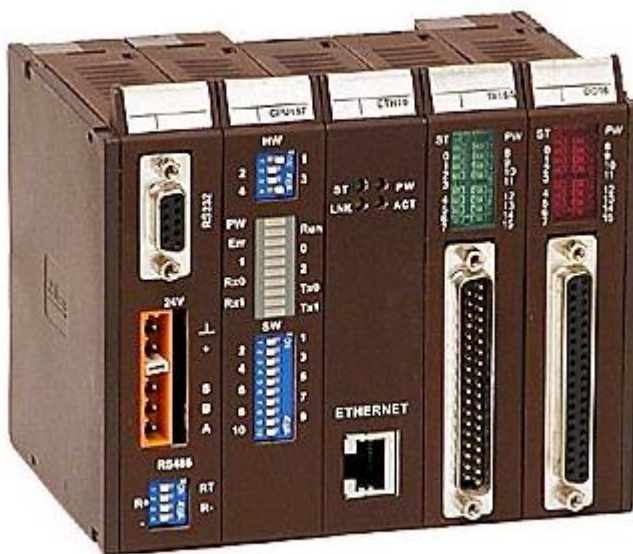
### 3.3.1 AMiRiS99S

PLC s velice robustním krytem, které je vysoce odolné proti rušení. Systém obsahuje 16 číslicových vstupů a výstupů, 8 analogových vstupů a 4 výstupy. Oproti předchozím typům byla zde rozšířena komunikace o Ethernet. Rozhraní je možno rozšířit přídatným modulem, který se umístí do patice řídicího systému, o jednu volitelnou linku, kterou může být M-Bus či CAN, Tento systém je typicky používán k řízení strojů a regulaci kotelen. [13]

### 3.3.2 AMAP99S

Řídicí systém se shoduje s AMiRi99S, hlavní odlišností je především nová jednotka CPU s vyšší výkonností.

### 3.4 Modulární řídicí systémy



Obr. 3.3 Sestava modulárního systému ADiS [13]

Systémy obsahující bohaté komunikační schopnosti. Nabízejí bohatý výběr z vstupních a výstupních modulů dle dané aplikace, možnosti rozšíření a specializované moduly.

#### 3.4.1 ADIS

System je charakteristický flexibilitou, která dovoluje k základní jednotce připojit až 16 I/O či komunikačních modulů a tím je možné dosáhnout maximální kapacity 256 vstupně výstupních signálů u jedné sestavy. System obsahuje zabudovaný web server a komunikační kanály RS232, RS485 a Ethernet. Paměť je 1MB typu RAM, 2MB Flash a zařízení obsahuje slot pro micro SD karty. [13]

## 4 PLC Domat

Domat Control System s.r.o. je firma působící v České republice, která se zabývá především řízením inteligentních budov, správou dat a integrací informací z infrastrukturních systémů budov. Systémy slouží také k regulaci i v bytových a rodinných bytech, kde se připojují regulátory přes webová rozhraní k počítačům uživatelů. Tímto mohou uživatele pomocí přehledné grafiky nastavovat a řídit soustavy vytápění, chlazení, větrání, osvětlení a různě

další aplikace jako mohou být např. stahování rolet oken při různých stavech počasí. Firmou je dodáván široký sortiment zařízení, který je od čidel a ventilů přes řídicí systémy a dohledové grafické stanice až po software.

#### 4.1 Přednosti systémů Domat

- *Uživatelský komfort*

Webový přístup je možný už od úrovně PLC a umožňuje přehlednou grafiku pro uživatele, flexibilitu a jednoduchou a rychlou montáž systémů.

- *Kompatibilní komunikace*

Systém umožňuje připojení periférií od různých výrobců. Protokol M-Bus zaručuje kompatibilitu různých výrobců měřičů. [14]

#### 4.2 IPLC201(B), 301(B)



Obr. 4.1 MiniPLC Domat IPLC201, 301 [14]

## 4.2.1 Vlastnosti jednotlivých typů

Tab. 4.1 Typy PLC a jejich vlastnosti

Typ	LCD	Komunikace
<b>IPLC201</b>	3 řádky x 16 znaků	Ethernet, COM4 I/O BUS RS485
<b>IPLC301</b>	3 řádky x 16 znaků	Ethernet, COM1 RS232, COM2 RS232/485, COM4 I/O BUS RS485
<b>IPLC201B</b>	Bez LCD	Ethernet, COM4 I/O BUS RS485
<b>IPLC301B</b>	Bez LCD	Ethernet, COM1 RS232, COM2 RS232, COM3 RS485, COM4 RS485

## 4.2.2 Programování

Program je sestavován z funkčních bloků, které jsou k dispozici v různých knihovnách, které obsahují bloky analogové, digitální, logické a matematické funkce, časovače, alarmy a speciální bloky.

Programovým prostředím pro tyto zařízení je RcWare SoftPLC IDE obsahující editor I/O a grafický editor funkčního schématu. Softwarové sady jsou volně šiřitelné. [14]

## 4.2.3 Přídavné moduly a periferie

- *Moduly a převodníky*

V nabídce je několik rozšiřovacích modulů vstupů a výstupů, které mohou samostatné vstupy či výstupy být a taktéž moduly, které obsahují zároveň vstupy a výstupy, čili kombinované moduly. Moduly jsou vyráběné digitální a analogové. Nejvyšší počet I/O pomocí jednoho modulu je 32. [14]

Mezi moduly existují taktéž moduly pro převod rozhraní, existuje několik typů převodníků, převodník RS485/Ethernet, převodník RS232/Wifi, převodník RS232/RS485 a další různé kombinace. [14]



- **Periferie**

V nabídce periferií lze najít nejrůznější měřicí prostředky, akční členy, transformátory a např. také displeje a zobrazovací jednotky. Vzhledem k tomu, že firma Domat Control System se zabývá především řízením inteligentních budov tak v nabídce najdeme nejrůznější čidla tlaku, teploty a vlhkosti, hydrostaty, termostaty, ventily, spínače a regulátory pokojových topení. [14]

## 5 PLC Mitsubishi

Firma Mitsubishi zabírá v dnešní době jednu z čelních pozic ve vývoji nejen automatizační techniky. Vedle řídicích jednotek se tato firma zabývá vizualizací, pohonnou technikou, průmyslovými roboty a taktéž CNC stroji. Mitsubishi nabízí ve své nabídce malé řídicí jednotky ALPHA, speciální řídicí jednotky pro servosystémy a rozsáhlé programovatelné řídicí jednotky MELSEC. [15]

### 5.1 Malé řídicí jednotky

Do této kategorie se řadí jednotky série ALPHA, které jsou nejčastěji využívány pro řídicí funkce pro domácnost, kanceláře nebo také průmyslové aplikace.

#### 5.1.1 ALPHA2

- **Využití**

Tato jednotka je určena pro širší využití, nejčastěji je aplikována v domácnosti či kancelářích k řízení osvětlení, klimatizace, řízení bezpečnostních prvků a regulaci teploty.

- **Jednotlivé typy a jejich parametry**

Tab. 5.1 Tabulka typů PLC a jejich vlastností

Typ	Integrované výstupy	Integrované vstupy	Analogové vstupy	Digitální vstupy
AL2-10MR-A	2	10	-	6
AL2-10MR-D	2	10	6	6
AL2-14MR-A	6	14	-	8
AL2-14MR-D	6	14	8	8
AL2-14MR-D	9	24	-	15

- **Digitální rozšiřovací moduly**

V nabídce jsou čtyři možnosti rozšiřovacích digitálních modulů. Digitální vstupy je možné těmito moduly rozšířit o 4 vstupy a výstupy je možné také rozšířit o 4 digitální výstupy. [15]

- **Analogové rozšiřovací moduly**

Do této kategorie patří snímače teploty, termočlánek Pt100 a termostaty.

## 5.2 Programovatelné řídicí jednotky MELSEC

### 5.2.1 MELSEC System Q

Velice výkonný řídicí systém umožňující výběr z několika modulů CPU a tím je možné sestavit systém přesně podle potřebné aplikace, to je právě hlavní výhodou těchto systémů. Dále se systém jako každé modulární PLC dá konfigurovat podle odlišných komunikačních, řídicích, a I/O modulů. Některé CPU obsahují také redundantní funkce a tím dosahují vysoké spolehlivosti. Libovolnou volbou přídatných modulů lze dosáhnout vysokého počtu I/O a to od 32 až 4096. Díky výkonným jednotkám CPU perioda otčky cyklu je pouhé 0,034 až 0,2 $\mu$ s. [15]

### 5.2.2 MELSEC FX



Obr. 5.1 MELSEC řady FX [15]

Typ kompaktního PLC tvoří jedno hlavní zařízení obsahující zdroj, CPU a digitální V/V, který je možné rozšířit pomocí přídavných digitální a analogových V/V, polohovacích funkcemi a datovými moduly s různými typy rozhraní, které právě potřebujeme pro danou funkci. Jednou z hlavních výhod je široký napájecí rozsah umožňující použití v celém světě. Velice rychlé systémy, které jsou vzájemně kompatibilní. [15]

Tab. 5.2 Tabulka typů PLC MELSEC řady FX a jejich vlastností

Typ	Napájení [V]	Vstupy	Počet výstupů	Doba cyklu [μs]	Paměť
<b>FX1S</b>	100-240AC 24 DC	6.16	4.14	0,55-0,7	2tis kroků
<b>FX1N</b>	100-240 AC 24 DC	8.36	6.24	0,55-1	8tis kroků
<b>FX3G</b>	100-240 AC 24 DC	8.36	8.24	0,21-0,42	64tis kroků
<b>FX3U</b>	100-240 AC 24 DC	8.64	8.64	0,065	64tis kroků

### 5.3 Programování PLC Mitsubishi

Programování programovatelných automatů Mitsubishi se realizuje formou grafickou a je nabízeno několik vývojových prostředí. Některé tyto prostředí jsou také v bezplatné verzi. Firmou je dále nabízeno několik doplňků, které například mohou komunikovat s Excelem pro ukládání dat a vytváření grafů.

## 6 PLC Omron

Japonská firma Omron zabývající se průmyslovou automatizací a výrobou elektronických komponentů a zdravotnické techniky nabízí ve svém sortimentu několik typů PLC automatů v kompaktním, modulárním a rackovém provedení a ve své nabídce má několik rozšiřovacích modulů I/O modulární, kompaktní a průmyslové.

### 6.1 Kompaktní PLC

Jsou vhodné pro řízení malých strojů a díky integrovaným čítačům a pulzním výstupům je snadné ovládat rychlost a polohu. Dle volby daného typu kompaktního automatu můžeme dosáhnout počtu až 320 I/O. [16]



Obr. 6.1 Nejvýkonnější kompaktní PLC Omron CP1H [16]

Tab. 6.1 Tabulka kompaktních PLC firmy Omron

Typ	Digitální I/O	Doba cyklu [μs]	Paměť	Speciální funkce	Komunikace
CPM1A	10-100	0,72-1,72	2tis slov	Čítač 5kHz, pulsní výstup 2kHz	Sériová Profibus CompoBus
CPM2A	80-120	0,26-0,64	4tis slov	Čítač 20kHz, 2x pulsní výstupy 10kHz	Sériová Profibus CompoBus
CPM2C	106-192	0,26-0,64	4tis slov	Čítač 20kHz, 2x pulsní výstupy 10kHz	Sériová Profibus CompoBus
CP1E	180	1,19	8tis kroků	6x vysokorychlostní vstup, 2x pulsní výstup, 2 sériové porty	Ethernet sériová Profibus CompoBus
CP1L	180	0,55	10tis kroků	4x vstup 100kHz pro čítače, 3x pulsní výstup 100kHz, 2x sériový port	Ethernet sériová Profibus CompoBus
CP1H	320	0,1	20tis kroků	Procesorová jednotka s vestavěnými impulzními analogovými I/O	Ethernet CAN sériová Profibus CompoBus

## 6.2 Modulární PLC

Výhodou těchto zařízení je podpora v síti Ethernet, DeviceNet, PROFIBUS a CAN. Pomocí rozšiřovacích modulů je možné dosáhnout počtu až 2500 I/O. Komunikace u všech typů modulárních PLC od výrobce Omron je možná pomocí Ethernetu, DeviceNet, CompoBus, CAN, PROFINET. [16]

Tab. 6.2 Tabulka kompaktních PLC firmy Omron

Typ	Maximální počet I/O	Doba cyklu [μs]	Paměť	Speciální funkce
<b>CJ1M</b>	640	0,1	20tis kroků	Ethernet, vestavěné impulsní I/O
<b>CJ1G-P</b>	1280	0,04	60tis kroků	Velká programová kapacita
<b>CJ2M</b>	2560	0,04	60tis kroků	Standardní port USB, vysokorychlostní I/O jednotky
<b>CJ2H</b>	2560	0,016	400tis kroků	Standardní port USB, vysokorychlostní I/O jednotky, synchronní I/O.

## 6.3 Rackové PLC

PLC nabízející nejširší výběr I/O, zvláštní funkční jednotky, vysoké rozlišení, vysokorychlostní získávání analogových dat. Počet vstupů a výstupů dosahuje až 5000 I/O. Tento druh PLC je nejrozšířenější od firmy Omron. K jednomu racku procesorových jednotek lze připojit několik modulů. Tím je k dispozici až 80 jednotek I/O. Mezi rackové PLC patří od výrobce Omron dva typy PLC CS1G/H a CS1D oboje dosahují počtu I/O až 5120. [16]

Tab. 6.3 Tabulka typů rackových PLC

Typ	Digitální I/O	Doba cyklu [μs]	Paměť	Speciální funkce	Komunikace
<b>CS1G/H</b>	960-5120	0,02	250tis kroků	Uživatelsky definovaná komunikace	Ethernet Controller Link PROFIBUS CAN
<b>CS1D</b>	960-5120	0,02	250tis kroků	Duální redundance	Ethernet Controller Link PROFIBUS CAN

## 6.4 Programování Omron

Programování programovatelných automatů od firmy Omron respektuje normu IEC61131-3. Prostředí CX-One dodávané firmou obsahuje několik aplikací. Mezi aplikace se řadí programové prostředí pro vývoj programů, simulační programy, síťové programy pro konfiguraci komunikace. Tyto všechny aplikace jsou součástí jedné instalace a jednoho licenčního kódu. Následné aktualizace jsou bezplatně stažitelné ze stránek výrobce. [16]

## 7 PLC microPEL

Český výrobce PLC techniky nabízející ve svém sortimentu zařízení pro realizaci jednodušších aplikací typu regulace topení a klimatizace a taktéž systémy pro složitější aplikace, se kterými je možné řídit náročné výrobní procesy. Mezi hlavní přednosti této české společnosti patří pětiletá záruční doba a zdarma veškerý vývojový software.

### 7.1 Modulární PLC MPC300

V nabídce modulárních PLC najdeme 3 základní modely, které je možné doplňovat několika dalšími moduly. Každý PLC obsahuje celkem tři pozice pro doplnění I/O modulů s analogovými či digitálními vstupy a výstupy. PLC této řady jsou kompatibilní se zbylými systémy společnosti Micropel. Díky uložení programu a celého firmwaru v paměti typu FLASH-EPROM, paměť nezádající pro uchování dat napájení, je možné kdykoliv vyměnit aktuální systém za jiný. [17]



Obr. 7.1 Modulární PLC Micropel MPC303 [17]

### 7.1.1 MPC301

PLC bez LCD displeje a klávesnice, který je vhodný pro aplikace, kde není potřeba styk s obsluhou. Využití je také možné pro rozšíření jiného automatu ve složitějších procesech. Čelní panel obsahuje pouze indikaci provozních stavů pomocí diod LED. PLC komunikuje pomocí RS485 a obsahuje 4 univerzální vstupy, 8 digitálních výstupů, navíc ve variantě Y je možné přímé propojení s čidlem teploty Pt100. Cena základního modelu v nabídce Micropel činí 8910 Kč. [17]

### 7.1.2 MPC302

Oproti modelu MPC301 je model MPC302 doplněn 2x16 znakovým LCD displejem a klávesnicí tvořenou 6. tlačítky pro potvrzení, odmítnutí a posuv ve čtyřech směrech pomocí šipek. [17]

### 7.1.3 MPC303

Ve srovnání s verzí MPC302 je MPC303 je skoro totožný, pouze doplněn větším LCD 4x20 znaků, což je vhodné pro rozsáhlejší výpisy. Navíc ve verzi 303-Y jsou rozděleny vstupy, kde je možné využít 2 univerzální, 3 analogové a 3 přímé připojení měřících čidel Pt100. Cena této verze činí 12760 Kč. [17]

---

## 7.2 Kompaktní PLC MPC223

Automaty s pevnou konfigurací vstupů a výstupů obsahující reléové výstupy a univerzální analogové vstupy a výstupy. Celkem 6 univerzálních vstupů, které mohou být digitální, analogové v rozsahu 0 až 10V či 0 až 500V/2500Ω, dále lze připojit čidla typu Pt100 a Pt1000. MPC223 obsahuje také 4 samostatné digitální vstupy, které jsou galvanicky oddělené. Výstupy tohoto systému jsou 2 univerzální (digitální, analogový 0 až 10V) a 8 digitálních max. 250V/5A. [17]

### 7.2.1 MPC223AC

U této řady MPC223 (AC) je možný výběr napájení z 230V AC a 12-30V DC. Použitím napájení 230V AC poskytuje DC výstup stejnosměrné napětí s proudovým omezením. Svorku stejnosměrného signálu DC IN/OUT je možné využít jako vstup či výstup stejnosměrného napětí. U tohoto systému je možné využít oboje napájení současně, kdy v tomto režimu slouží stejnosměrné napájení jako záloha při výpadku střídavého napájení či jako proudové posílení pro digitální režim. [17]

### 7.2.2 MPC223DC

PLC s napájením 12 až 30V DC, u kterého má napájecí svorka pouze funkci vstupu napájení. [17]

## 7.3 Miniautomat PES-M66

Cenově nejdostupnější (4840 Kč) malý programovatelný automat od výrobce Micropel, který se podobá svojí skladbou regulátoru. Jeho předností jsou analogové vstupy, s rozsahem od 0 do 10V, pro měřicí a regulační aplikace. Tento automat lze programovat pouze ve starší verzi softwaru a od vyšších řad automatu se liší především tím, že paměť není zálohována a nepracuje s reálným časem, takže po každém spuštění následuje po inicializaci nastavení všech hodnot na 0. [17]





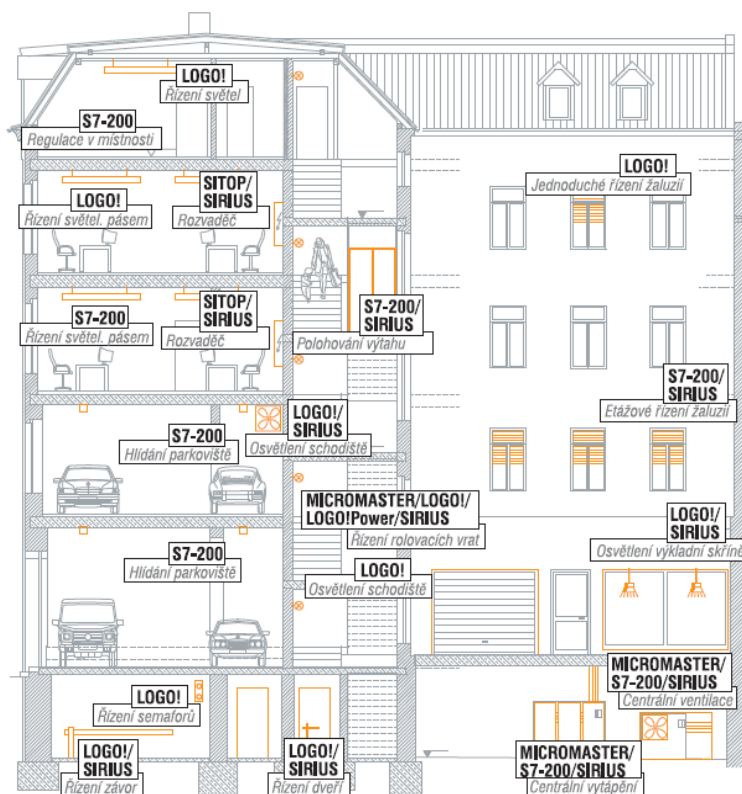
Obr. 7.2 Miniautomat Micropel PES-MC66 [17]

## 7.4 Programování microPEL

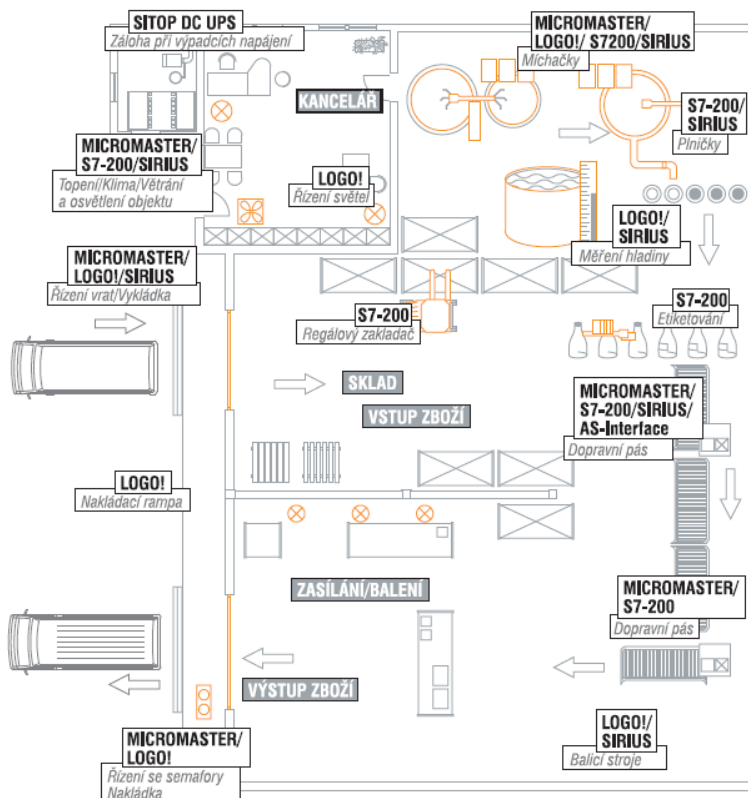
Společnost nabízí několik vývojových prostředků pro tvorbu a ladění programu, které obsahují taktéž několik vzorových příkladů a algoritmů a různé užitečné prostředky pro využití jednotlivých vlastností výrobků Micropel. Sada softwaru je bezplatná. Programování těchto zařízení se provádí grafickou metodou, kde propojíme schématem jednotlivé funkční bloky, periférie a další potřebné členy pro danou aplikaci. [17]

## 8 PLC Siemens

Široký sortiment společnosti Siemens v odvětví automatizační techniky umožňuje uživatelům realizovat řadu aplikací v automobilovém průmyslu, regulační a měřicí systémy, řízení pro roboty a obráběcí stroje, řídit výrobní procesy a aplikovat PLC taktéž v chytrých budovách. Od malých řídicích systémů tzv. mikrosystémů nabízí společnost Siemens průmyslové automatizační systémy vhodné pro aplikaci v různých složitých procesech a řídicí systémy pro pohony a obráběcí stroje. U PLC firmy Siemens je především kladen důraz na vysoký výkon a komunikaci pomocí průmyslových sběrnic typu PROFIBUS.



Obr. 8.1 Využití jednotlivých typů PLC Siemens aplikovaných v budovách [18]



Obr. 8.2 Využití jednotlivých typů PLC Siemens aplikovaných v průmyslu [18]

## 8.1 Mikrosystémy

V sekci, která je firmou Siemens označována jako mikrosystémy, malé řídicí systémy jednoduché svým programováním a ovládáním, jsou nabízeny řídicí systémy LOGO!, SIMATIC S7-200 a SIMATIC S7-1200. [18]

Tab. 8.1 Orientační ceny mikrosystémů Siemens

Mikrosystém	Orientační cena [Kč]
LOGO!	5000
S7-1200	15000
S7-200	15000

### 8.1.1 LOGO!



Obr. 8.3 Mikrosystém LOGO!Basic (varianta s displejem) [18]

PLC, vyráběno ve dvou variantách (obsahující klávesnici a displej či bez klávesnice a displeje), nabízí uživatelům 10 analogových výstupů a jeho nejčastější využití je v průmyslu pro řízení čerpadel, kompresorů, ventilátorů, osvětlení a zavlažování například skleníků. Výhodou toho systému jsou možnosti programování. Programování je možné přímo ovládacími tlačítky na PLC nebo softwarem, kde se využije jazyk logických schémat. Programy, které řeší běžné funkce, které se neustále opakují, jsou volně dostupné. LOGO! Je velmi odolné proti rušení. Použití je vhodné do všech klimatických podmínek (teplotní rozsah -40 až 70°C), elektromagnetická kompatibilita je vysoké úrovně a potlačuje rádiové interference třídy 8. PLC obsahuje několik integrovaných funkcí, základní logické funkce a

speciální funkce typu zpoždění, hrana, hladina, zesilovače, posuvné registry ad. Systém je možné rozšířit několika rozšiřujícími bloky (A/D vstupy a výstupy, komunikační bloky). [18]

Tab. 8.2 Technické parametry LOGO!

Napájení		Vstupy		Výstupy	
AC [V]	DC [V]	Digitální	Analogové	Digitální	Analogové
24	12	8 (základní)	8	4 (základní)	2 (0 - 10V)
110 - 230	24	24 (rozšíření)	-	16 (rozšíření)	-

### 8.1.2 Simatic S7-200



Obr. 8.4 Mikrosystém SIMATIC S7-200 [18]

Malé a výkonné programovatelné logické automaty určeny pro řízení jednoduchých aplikací, které mezi své přednosti řadí rozsáhlé komunikační funkce a zjednodušení programování. Programování je zjednodušeno průvodci, kteří generují části kódu, které programátor potřebuje. Jedná se například pro složité nastavení PID regulátorů a podobných procesů. Základní jednotku S7-200 lze doplnit pomocí několika rozšiřovacích modulů, které přidávají další funkce, zvýší počet vstupů a výstupů. Taktéž pro komunikaci s obsluhou lze připojit moduly s displeji grafickými a textovými a dotykové panely. [18]

V nabídce výrobce je pět centrálních modulů, které se liší především pamětí a počtem vstupů a výstupů. Tyto centrální jednotky lze rozšířit vstupními, výstupními, kombinovanými I/O a komunikačními moduly. Centrální jednotku lze doplnit speciálními moduly pro odporové teploměry, termočlánky, vážícími moduly a polohovacími moduly. [18]

Tab. 8.3 Technické parametry S7-200

TYP	Počet vstupů				Počet výstupů				Paměť	
	Analogové		Digitální		Analogové		Digitální			
	Základ	Max.	Základ	Max.	Základ	Max.	Základ	Max.	Program [kB]	Data [kB]
<b>CPU 221</b>	-	-	6	-	-	-	4	-	4	2
<b>CPU 222</b>	-	8	8	40	-	4	6	38	4	2
<b>CPU 224</b>	-	28	14	94	-	14	10	82	12	8
<b>CPU 224 XP</b>	2	30	14	94	1	15	10	82	16	10
<b>CPU 226</b>	-	28	24	128	-	14	16	120	24	10

Každá základní jednotka obsahuje komunikační porty RS 485 a mimo jednotky CPU 221, je možné všechny ostatní doplnit volitelným komunikačním modulem PROFIBUS Slave, AS-interface, Master, Ethernet, Internet a Modem. [18]

### 8.1.3 Simatic S7-1200

Mikrosystém, u kterého komunikační rozhraní splňuje vysoké požadavky pro průmyslové komunikace. K základní jednotce S7-1200 můžeme připojit zároveň tři komunikační moduly. Na výběr jsou sériové moduly RS 232 a RS 485, Ethernet a moduly Profibus Master a Slave, tím může PLC jako Master komunikovat až se 16 zařízeními Slave. V centrální jednotce jsou integrovány vysokorychlostní čítače, které čítají frekvence až 100kHz. [18]

### 8.1.4 SIPLUS

Jsou přístroje LOGO! a S7-200, které se od základních typů liší pouze v provedení pro použití ve ztížených podmínkách, které obvykle bývají teploty pod bodem mrazu či naopak velice vysoké teploty a prostory s větší relativní vlhkostí. [18]

## 8.2 Automatizační systémy SIMATIC S7



Obr. 8.5 Průmyslové PLC Siemens SIMATIC [18]

Řídicí systémy SIMATIC, vyznačující se svojí spolehlivostí a robustností, jsou již několik let velice stabilním zařízením v nejrůznějších aplikacích. Velmi úspěšná řada SIMATIC S5 byla nahrazena dodnes využívanou řadou SIMATIC S7, která je neustále vyvíjena a přináší neustále inovace v průmyslové automatizaci.

Tab. 8.4 Orientační ceny PLC Siemens řady SIMATIC

Simatic	Cena [Kč]
<b>S7-300</b>	50000
<b>S7-400</b>	80000
<b>C7-300</b>	60000

### 8.2.1 Simatic S7-300

PLC aplikované v nejrůznějších průmyslových odvětvích. Systémy Simatic jsou aplikovány v automobilovém průmyslu, kde systém řídí kompletní výrobní linky, v potravinářském průmyslu, aplikujeme je při sériových výrobách strojů a zařízení, při zpracování plastů, ve vodárenství při výrobě a rozvodu elektrické energie ad.

- ***Paměťové karty***

Výhodou těchto systémů jsou nízké provozní náklady. Jako programové a datové paměti využívají paměťové karty MMC, které nepotřebují zálohy a snižují náklady na údržbu. Díky paměťovým kartám je možný za chodu přístup pro zápis a čtení, což je vhodné pro archivaci dat.

- ***Sítové propojení***

Simatic S7-300 lze pomocí PROFIBUS propojit s jinými řídicími systémy Simatic a následně tyto řídicí systémy pomocí PROFIBUS připojit ke strojové technice. Vstupy a výstupy lze konfigurovat jako Master a Slave. [18]

Rozhraním Profinet (Ethernet) lze jednotlivé komponenty programovat a přes Ethernet přistupovat k jednotlivým jednotkám. Není potřeba komunikační procesory a je ušetřeno místo modulu v rozvaděči. [18]

- ***CPU***

Centrální jednotky CPU, jsou dodávány v různých šířkách modulů, již obsahují integrované vstupy a výstupy a technologické funkce (regulace, polohování, čítání, řízení polohy, synchronizace, ad.). CPU, jsou dodávány v šesti variantách s instrukční pamětí až 170kB, časovým zpracováním bitu až 0.05 $\mu$ s, počtem bloků 2048, Profinet rozhraním a Profibus. [18]

### **8.3 Programování PLC Siemens**

Společností je dodáván software pro plánování a konfiguraci, pro realizaci a testování, pro provoz a také pro programování, který se liší dle typu zařízení. Sada software s názvem SIMATIC Software je soubor produktů, kde jsou obsaženy nástroje pro programování algoritmů pro řízení a také nástroje pro kompletní správu projektů a dokumentace. [18]

PLC Siemens je možné programovat v jazyku funkčních bloků či v instrukčním listu. Jazyk funkčních bloků je používán pro PLC LOGO! a instrukční list pro řady SIMATEC. [18]

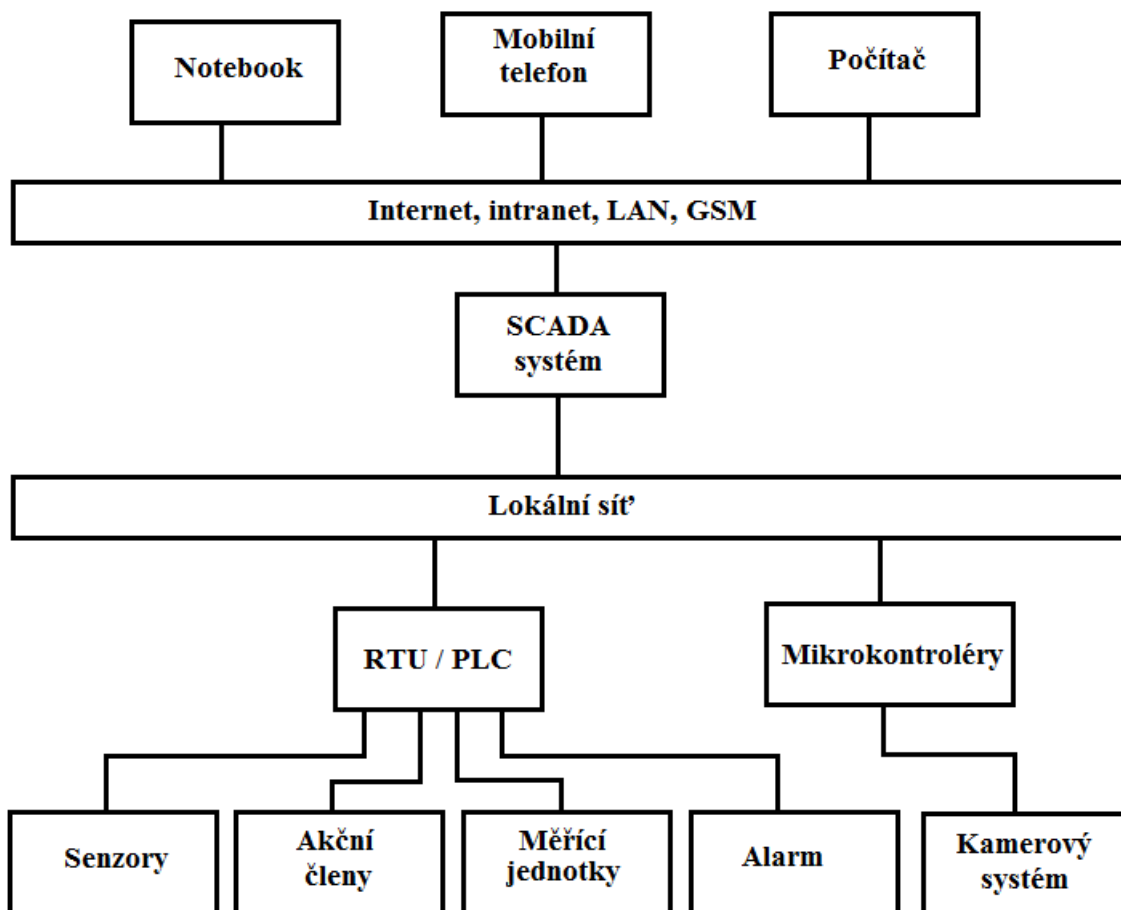
Výhodou programování je u PLC LOGO! výběr programování přímo na PLC ovládacími tlačítky nebo klasicky, nejčastěji funkčními bloky softwarem přes PC. Zjednodušením programování jsou předem vytvořené části kódu, které jsou nabízeny průvodci. Jedná se o často opakované a používané kódy a pro složité struktury důležité pro nastavování regulátorů. Při programování je možné vytvářet vlastní knihovny, které ušetří čas při opakovaném používání, tyto knihovny lze uzamknout a tak je uchovat pouze pro vlastní aplikace. [18]

## 9 SCADA obecně

SCADA, překladem z Supervisory Control And Data Acquisition, je zkratkou pro supervizní řízení a sběr dat během procesu. SCADA je software, který je nadstavbou skutečného řídicího systému, který může být realizovaný například pomocí PLC. Nejedná se o plnohodnotný řídicí systém. Hlavní funkcí systému je snímání dat, která mohou být snímána rozličnými způsoby. Pro sběr dat se využívají různé zdroje, kterými mohou být např. senzory či právě PLC a také mnoho dalších systémů. Po získání dat jsou data směřována k centrálnímu počítači, který je zpracuje a zobrazí na obrazovce. Díky rozsáhlým komunikačním schopnostem lze takto získaná data zpracovávat na dálku a řídit tak systém odkudkoliv pomocí počítače či mobilního telefonu. Tímto nám SCADA systémy přináší mnoho výhod, šetří nám čas a díky neustálému sběru dat v reálném čase se tak můžeme vyhnout mnoha komplikací a ztrátám. Často se SCADA pojí se zkratkou HMI, v anglickém jazyce Human Machine Interface, což je po přeložení rozhraní člověk-stroj, jelikož právě člověk dohlíží a řídí sledované procesy. [7]

SCADA systémy lze dělit na systémy otevřené a uzavřené. Uzavřené systémy jsou systémy, které jsou nejčastěji vyvinuty jednotlivými výrobci PLC, kteří si vyvíjeli, nejčastěji v minulosti, vlastní SCADA systémy kompatibilní pouze s vlastními PLC dané firmy. Příkladem SCADA pracujícího pouze se zařízením téhož výrobce jsou systémy firmy SIEMENS, ale i u značky SIEMENS přichází s dobou a novými produkty možnost připojení i jiných zařízení než jsou jen produkty společnosti SIEMENS, což je novinkou u firmy SIEMENS. Naopak otevřené systémy, které jsou v dnešní době častěji vyvíjené, umožňují komunikace taktéž se zařízeními jiných výrobců. [7]





Obr. 9.1 Blokové schéma SCADA

Je možné připojit několik RTU, PLC či mikrokontrolérů zároveň.

Sestavením jednotlivých zařízení, které může vypadat jako na Obr. 9.1 a vytvořením vhodného programového vybavení lze vytvořit vizualizační systém, kde aplikace programového vybavení má za úkol zajistit tyto základní funkce:

- *Pravidelný přenos aktuálního obsahu datových registrů řídicího systému do paměti počítače*
- *Parametrizace významu datových registrů k jejich obsahu a jejich zobrazení nejlépe v grafické podobě*
- *Změny vybraných parametrů řízeného děje a jejich zpětný přenos do datových registrů řídicího systému*
- *Archivace parametrů na počítači a možnost jejich zpětného vyvolání*

[7]

## 9.1 Možnosti komunikace

Nejčastěji probíhá komunikace pomocí Ethernetu či pomocí sériové linky [7], pomocí které PLC komunikuje komunikačním protokolem nejčastěji S-BUS nebo Modbus. V některých speciálních případech pomocí karet PROFIBUS [7], nejčastěji pro zařízení Siemens. V případě, že připojené zařízení nekomunikuje pomocí Ethernetu nebo sériové linky se využívají způsoby komunikace pomocí OPC serveru, DDE serveru či speciální způsoby pro jednotlivé výrobce, například pro komunikace s PLC Amit. Pro zobrazení dat na internetových stránkách a přístup k nim pomocí webového prohlížeče je vhodný jednoduchý způsob sdílení dat pomocí XML dat.

### 9.1.1 OPC server

OPC je společným rozhraním pro vzájemnou komunikaci mezi různými zařízeními, které se využívají pro sledování a řízení technologických procesů. Využívá princip klient – server. Uživatel může přivádět několik klientů od různých výrobců k jednomu serveru a taktéž je možné k jednomu klientovi připojit OPC servery od různých výrobců. Jedním z hlavních úkolů OPC serveru bylo nezávislé propojení softwaru a hardwaru od různých dodavatelů a tím zabránit závislostem mezi řídicím softwarem a výrobcem hardwaru. Umožnil přenos dat mezi různými zdroji a libovolným programem. Mezi hlavní přínos OPC serveru patří především univerzálnost ovladače, a tudíž není třeba při vývoji softwaru neustále vytvářet nové ovladače pro různé typy hardwaru. Velkou výhodou je taktéž zjednodušení propojení klientů a serverů pomocí sběrnice. [19]

OPC servery jsou dodávány společně s programovatelnými automaty a řídicími systémy nebo je možné OPC server dokoupit zvlášť. Rozsáhlou nabídku OPC serverů vlastní firma MERZ s. r. o. [24], která nabízí řadu OPC serverů, které si zákazník vybírá podle typu zařízení nebo dle použitého komunikačního protokolu. Existuje například OPC server, který může být kompatibilní s deseti různými zařízeními. [24], [25]

### 9.1.2 DDE server

Komunikační protokol vytvořen firmou Microsoft. Starší řešení komunikace využívané především pro kancelářské aplikace. Architektura komunikace je typu klient – server. Dynamická výměna dat sloužící pro sdílení proměnných mezi několika aplikacemi v počítači. Data z PLC jsou zpracovávána několika aplikacemi, která využívají DDE server. Data mohou

být zpracovávána současně v MS Excel a např. v MS Acces. Při využití jeho nadstavby je možné data současně zpracovávat nejen v rámci jednoho počítače, ale taktéž několika počítači připojených v síti. Nevýhodou je malá rychlost přenosu a nemožnost konfigurace zpráv. Tímto není DDE vhodný pro aplikace pracující s reálným časem. [19]

### 9.1.3 XML sdílení dat

Je nejjednodušším způsobem sdílení dat v síti. Tímto způsobem lze data přenášet v internetu, pracuje na HTTP protokolu. Data lze využít v jiné aplikaci, zobrazit je na HTML stránkách či je prohlížet pomocí WEB prohlížeče. Sdílení dat je postaveno na architektuře klient – server. Web server vlastní data a Web klienti čtou data a zapisují data. Různé aplikace mají funkce být Web serverem či Web klientem zároveň. [19]

### 9.1.4 Sockety

Starší a rychlá metoda pro sdílení dat mezi aplikacemi v lokálních sítích. Data jsou přenášena přes síťové protokoly TP/IP nebo IPX/SPX. Tento způsob přenosu není transparentní. Slouží pro komunikaci mezi aplikacemi PROMOTIC. [19]

## 10 Control Web

Programový systém Control Web vyvíjející se více než 15 let firmou Moravské přístroje koncepčně vychází z osvědčené architektury svých předchůdců Control Panel a Control Web 2000. Systém nasazovaný do nejrůznějších vizualizačních a řídicích aplikací využívající sběr dat, ukládání dat a jejich vyhodnocení. Nasazování toho systémů do různých aplikací a technologických procesů, kterými mohou být řízení a vizualizace v elektrárnách, řízení informačních systémů v podnicích a taktéž přímé řízení jednotlivých strojů činí Control Web jedinečný a zobrazuje jeho široké možnosti uplatnění. [20]

Hlavní odlišností od jednotlivých SCADA/HMI je programovatelnost, možnosti modelování, simulace, automatické měření a tisk výsledků ze simulovaných měření. Taktéž jako všech ostatních vizualizačních systémů jsou u Control Webu k dispozici zobrazovací a ovládací prvky, alarmy, archivy a historické trendy potřebné pro vytvoření vizualizačních aplikací. Umožňuje práci v reálném čase, sekvenční řízení procesů, vizualizaci technologických celků prostřednictvím internetových standardů HTTP a HTML, tvorbu skutečných distribuovaných řešení, zpřístupnění libovolného datového elementu všem spojeným aplikacím po TCP/IP síti

---

včetně Internetu, virtuální přístroje mohou být aktivovány po síti a metody dynamického rozhraní virtuálních přístrojů mohou být volány po síti. [20]

System je nezávislý na použitém hardwaru. Plně podporuje standardy pro průmyslové automaty DDE, OPC a další. Plně dokumentované a otevřené rozhraní ovladačů umožňuje též vytvořit ovladač dle vlastních požadavků a potřeb. Vzestupná kompatibilita mezi systémy Control Panel, Control Web 2000 a Control Web.

V roce 1992 vyvinut systém s názvem Control Panel, díky kterému byl firmou Moravské přístroje, a.s. vyvinut vlastní operační systém vhodný pro správnou funkci. Příčinou vzniku tohoto operačního systému byla především nestabilita systému DOS. Následně v roce 2000 byl vyvinut systém s názvem Control Web 2000, který měl mezi hlavními přínosy přímou komunikaci virtuálních přístrojů v síti, přinesl možnost vytváření webových stránek a od této verze je umožněno Control Web provozovat na operačním systému Windows CE. Následovala verze Control Web 5, která zaručovala zlepšení spolehlivosti díky propojení několika stejných záložních stanic. Aktuální verzí je Control Web 6.1 (více v kapitole 10.3). A v polovině roku 2014 by měl být dostupný Control Web verze 7 [20], který by měl přinést nové virtuální přístroje, protokol internetu IPv6 a nové architektury grafiky.

## **10.1 Verze**

### **10.1.1 Vývojová verze**

Verze systému Control Web sloužící pro testování a pro tvorbu aplikací, které jsou před nasazením přeloženy do podoby `.cwx` souboru určeného pro verzi systému Runtime, tudíž již není možné aplikaci v tomto formátu upravovat. Změny se provádějí pouze ve vývojové verzi. [20]

Tato verze obsahuje vývojová okna, ve kterých jsou vytvářeny a upravovány aplikace. Změny nastávající v důsledky úprav a modifikací vytvářené aplikace se automaticky projeví v grafickém i textovém režimu. Ukládány jsou vždy jako zdrojový kód. Dále vývojová verze obsahuje okna, označující se Palety přístrojů, která nabízejí virtuální přístroje. Pro nastavení parametrů virtuálních přístrojů jsou k dispozici speciální okna zobrazující parametry jednotlivých komponentů, která se značí Inspektor přístroje.

### 10.1.2 Runtime verze

Verze programu, která je určena pro spouštění přeložených aplikací. Nemá žádnou grafickou podobu a není již možný provádět zásahy do vytvořených aplikací. Tato verze je dostupná ve dvou provedeních:

- *Standardní Runtime verze*

Její součástí je webový server a je schopná pracovat pouze na jediném počítači. [20]

- *Runtime verze pro síťové aplikace*

Umožňuje používat synchronizované a vzdálené datové sekce. [20]

## 10.2 Komunikace

Datové elementy označující se jako kanály, které se rozlišují podle směru dat na vstupní a výstupní, jsou dále propojeny se snímači a řídicími prvky. Kanál je spojen s ovladačem zajišťující komunikaci s I/O zařízením. Ovladač přijímá požadavky od aplikací, které zpracovává. Control Web obsahuje několik typů ovladačů, které jsou rozdělovány na ovladače pro modelování a simulace, které jsou označovány jako virtuální ovladače, a pro reálné aplikace jsou obsaženy ovladače, kterými mohou být např. DDE, ASCII, TCP/IP. Těmito ovladači je možné komunikovat s programy MS Office, komunikovat pomocí sériového rozhraní či pomocí síťového protokolu. [7], [20]

### 10.3 Aktuální verze systému Control Web 6.1

Verze obsahující komunikace pomocí Ethernetu, sériových linek RS-232, RS-422 a RS-485, WiFi. Obsahuje HTTP server a umožňuje komunikace přes GPRS a odesílat emaily či SMS zprávy. Paleta přístrojů obsahuje několik nových komponentů. Více o aktuální verzi Control Webu 6.1 v [20].

### 10.4 Jednotlivé typy produktů a cena

Ceny základních verzí softwaru dodávané firmou Moravské přístroje, a.s. aktuální ke dni 16. 2. 2014. Zajímavostí v katalogu cen je nižší cena pro držitele předešlých verzí softwaru. Cena pro tyto držitele je poloviční oproti ceně pro nové zákazníky bez předešlých licencí Control Web.

Tab. 10.1 Ceny produktů Control Web 6.1

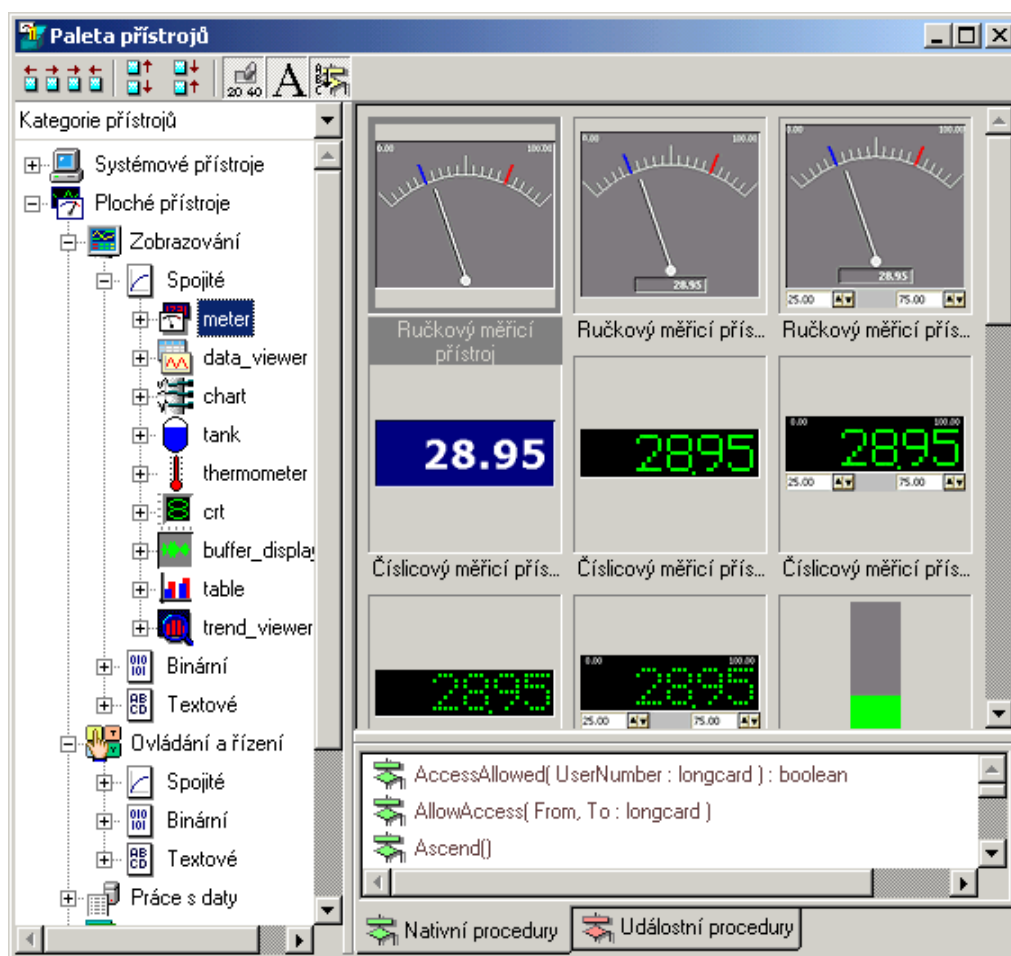
Název produktu	Typ verze	Objednáací kód	Cena koncová [Kč]	Poznámka
Control Web 6.1	Vývojová verze	CW6-DEV	24100	Demonstrační verzi lze zdarma stáhnout v [20]
Control Web 6.1	Vývojová verze	CW6-UCW5	12100	Zvýhodněná cena pro držitele licencí Control Web 5
Control Web 6.1	Vývojová verze	CW6-UCW4	12100	Zvýhodněná cena pro držitele licencí Control Web 2000
Control Web 6.1	Runtime verze	CW6-SRUN	7250	Pro distribuci aplikačních programů
Control Web 6.1	Runtime Network Edition	CW6-NRUN	13900	Pro síťové distribuované aplikace
Control Web 6.1	Express Runtime	CW6-XRUN	1100	Pro distribuci síťových aplikačních programů

Ceny jsou uvedeny bez sazby DPH. Ze starších verzí softwaru jsou stále dodávány firmou Moravské přístroje, a.s. Control Web verze 5, který ve verzi Runtime je dostupný za 8350 Kč bez DPH. Více o cenách produktů Control Web v [20].

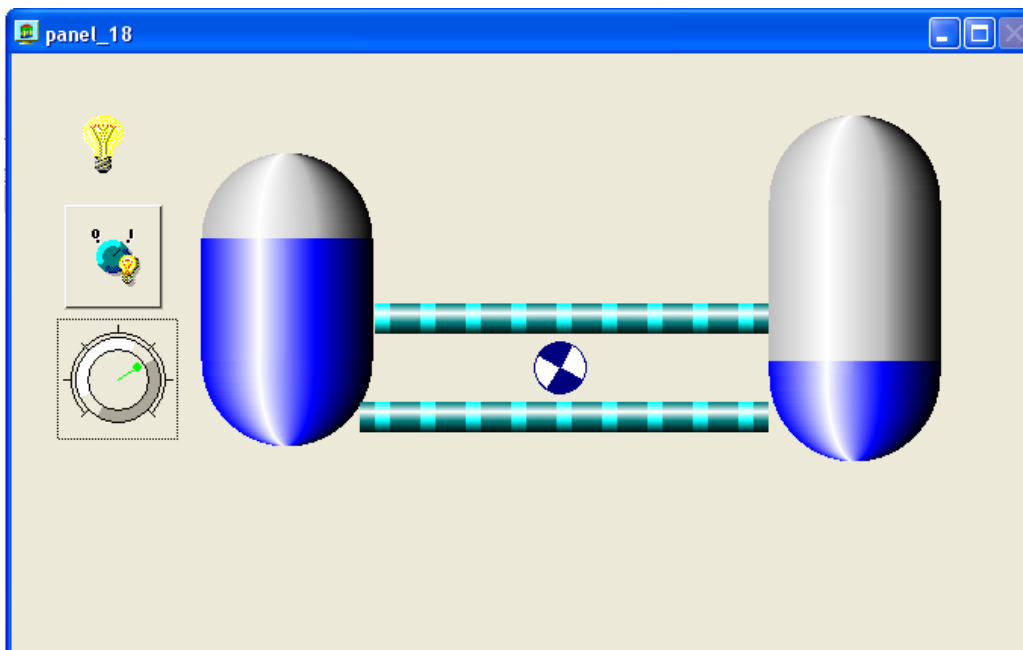
## 10.5 Aplikace regulace hladiny

*Příklad aplikace vytvořené v prostředí Control Web 2000. Příklad je uveden na regulaci hladiny mezi dvěma nádržemi, které jsou propojeny potrubím, kterým je kapalina poháněna čerpadlem. Hlavní funkcí je přečerpávání kapaliny z jedné nádrže do druhé. Při spuštění spínače žárovka signalizuje stav sepnutí a regulace hladiny je provedena pomocí potenciometru.*

Ve vývojovém prostředí je nutné v záložce datové elementy přidat datové proměnné. Pro datové proměnné je potřeba definovat jejich typ, konstanty, komunikaci a počáteční hodnoty. Dále při vývoji aplikace je nutný výběr komponentů z palety přístrojů. Na Obr. 10.1 je ukázka palety přístrojů z prostředí Control Web 2000. Zde je možné vybírat z široké nabídky komponentů. Po přidání přístroje se v inspektoru přístroje nastaví parametry přístroje.



Obr. 10.1 Paleta přístrojů při výběru komponentů



Obr. 10.2 Aplikace při spuštěném řešení

Grafickou podobu aplikace lze zobrazit v podobě textu. Výhodou převodu do zdrojového kódu může být rychlejší úprava parametrů několika zařízení najednou. Dalším plusem přepnutí do zdrojového kódu je přenos dat a následná úprava v jiném programu. Část skriptu pro příklad regulace hladiny je ilustrována na Obr. 10.3.

```
directories
end_directories;
settings
  operation_mode = real_time;
  startup_options
    call_procedures = false;
    activate_receivers = false;
    output_action = set_local;
  end_startup_options;
end_settings;
driver
end_driver;
data
```

Obr. 10.3 Část zdrojového kódu aplikace po přepnutí z grafické podoby

## 11 InTouch

Tradiční SCADA/HMI produkt od firmy Wonderware vyvíjen od roku 1987, je jedním z nejpoužívanějších produktů aplikovaný v dopravním průmyslu, chemickém průmyslu, strojním průmyslu, papírenském průmyslu, ropném průmyslu a v několika dalších procesech výroby a služeb, nasazeno přes 300 000 licencí [21], je v České republice zastupován firmou PANTEK Hradec Králové [21]. Více o Wonderware a dodávaných produktech SCADA/HMI v [22].

System je vhodný pro rozsáhlé aplikace spojených sítí LAN. Uživatelé umožňuje mezi různými uzly sítě vyměňovat data. Jsou zde možnosti aktualizace dat ve všech uzlech sítě provádět automaticky pro daný čas, či zásahem operátora nebo dle požadavku události v aplikaci. [7]

Umožňuje vytvářet grafický průběh procesů, vytvářet jeho ovládání a animaci. System nabízí pro zobrazení objektu v grafech široký výběr souborů pro aktuální a historická data. Tyto data je možné zobrazit v grafech současně v několika stopách. Pro procesy jsou v nabídce logické, reálné, celočíselné či textové databázové proměnné. Databáze je možné exportovat či



importovat do jiných databází a tabulkových editorů. V nabídce softwaru InTouch je také alarmový systém, u kterého je možné volit prioritu. U aplikací platí vzestupná kompatibilita. Aplikace ze starších verzí lze převést do verze novější. Více informací o SCADA/HMI produktu InTouch v [21].



Obr. 11.1 Grafická vizualizace technologického procesu [21]

## 11.1 Verze

### 11.1.1 InTouch Runtime

Podpora ukládání alarmů do databáze Microsoft. Podporuje komunikaci s Wonderware Komunikačními Servery. [21]

### 11.1.2 InTouch Runtime Read-only

Pomocí této verze nelze měnit ani ovládat technologické procesy. Není umožněno zapisovat na V/V proměnné, nemohou potvrzovat alarmy a nemohou mít funkce serveru dat. Tato verze InTouch je vhodná pro sledování a kontrolu technologických procesů. Zůstávají všechny funkce stejné a taktéž podpora celého počtu proměnných. [21]

### **11.1.3 InTouch Runtime pro Terminálové služby**

Určeno pro provoz na terminálovém serveru. Nepodporuje DDE komunikaci mezi relacemi na terminálovém serveru a funkce alarmů na klientských stanicích. [21]

### **11.1.4 InTouch Compact Edition Runtime**

Verze s odlišnými počty proměnných, které jsou omezeny proti standardní verzi. [21]

## **11.2 Komunikace**

Komunikace je možné použít přes OPC servery či pomocí I/O serverů od Wonderware nebo od jiných firem. Pro komunikace s databázemi podporuje InTouch moduly ADO/ODBC, .NET, SQL, SPC ad. Pro starší aplikace pracující s protokoly DDE zůstává podpora i nadále u novějších verzí. [21]

Pro rychlé síťové komunikace je podporován protokol Wonderware SuiteLink, který pracuje na bázi TCP/IP.

## **11.3 Kompatibilita systémů – otevřenost**

InTouch je plně otevřený systém, který lze připojit k řídicím systémům různých firem. Podporuje více jak 800 různých typů zařízení, kterými mohou být PLC, I/O a další.

## **11.4 Cena produktů**

Cena produktů v nabídce firmy PANTEK Hradec Králové není volně dostupná pro neregistrované zákazníky. Po nutné registraci a následujícím dotazu na cenu a ceník zařízení nebylo na dotazy autora odpovězeno.

Pro alespoň přibližný přehled cen bylo nahlédnuto do katalogu produktů a ceníku z roku 2010, kde cena verze InTouch použitelná pouze pro provoz činí 6500 Kč, cena InTouch v základní verzi 30000 Kč a cena InTouch Read-only je uvedena 40000 Kč. Ceny jsou pouze přibližné se stářím čtyři roky, ale pro představu ceny a pro porovnání jsou dostačující.

---

## 12 PROMOTIC

Software sloužící k vizualizaci a řízení technologických procesů v různých odvětvích průmyslu. Software je také často nasazován v inteligentních domech, kde je využíván pro správu a ovládání technologií. Byl vyvinut českou firmou sídlící v Ostravě, která má dlouholetou praxi vývoje vizualizačního softwaru. Více informací o PROMOTIC v [19].

Aktuální verzi PROMOTIC 8, konkrétně stabilní verzi 8.2.14, je možné používat jako freeware verzi, kde je omezena pouze velikost vytvářené aplikace. Tímto PROMOTIC disponuje nízkou cenou, dle rozsahu aplikace vlastně nulovou a vysokou spolehlivostí provozovaných aplikací.

PROMOTIC pracující na operačních systémech Windows je určený pro vývojové pracovníky a projektanty. Obsahuje veškeré komponenty pro tvorbu rozsáhlých vizualizačních a řídicích systémů. Umožňuje automatický překlad obrazů do HTML a XML formátů. Software obsahuje bohatou paletu technologických obrázků ve vektorové grafice, systém trendů pro uchování hodnot s časovou známkou, systém alarmů a operátorských událostí, komunikační ovladače pro PLC, SQL a ODBC rozhraní pro databáze. PROMOTIC taktéž podporuje webové technologie Internet a Intranet. [19]

### 12.1 Struktura softwaru

System se dělí na dvě části a to na editor aplikace a editor obrázků.

#### 12.1.1 Editor aplikace

Základní nástroj pro tvorbu aplikací, který slouží k definování stromové struktury objektů, k jejich nastavování a definici algoritmů. Algoritmy se zapisují ve scriptovém vydání jazyka Visual Basic VBScript. Více o VBScript v [19].

#### 12.1.2 Editor obrazů

Slouží k vytváření obrazů aplikace, kterou vytváří projektant pomocí předdefinovaných komponentů, do kterých se nastavují parametry a statické vlastnosti prvků, pro oživení vizualizace lze tyto elementy napojit na datovou vazbu.

PROMOTIC také umožňuje tvorby vlastních grafických prvků a import/export do textových dat. Lze vytvářet standardní Windows okna, jejich obrazy či okna s pevnou pozicí, taktéž je možné definovat počet otevřených oken a různě kombinovat jejich parametry a nastavení.

## 12.2 Komunikace

Data jsou získávána nebo ukládána z/do externích zdrojů, kterými mohou být PLC, databáze, soubory na disku, I/O karty do PC či server na lokálním nebo vzdáleném PC.

PROMOTIC má k dispozici rozsáhlý počet komunikačních ovladačů pro dané typy automatů: Siemens Simatic, SAIA, Mitsubishi, Omron, Modicon, ADAM, Tecomat a také obsahuje komunikační protokol Modbus, M-BUS, IEC60870-5. [19]

Přes standardní rozhraní OPC a DDE je možné připojení ke komunikačním serverům jiných firem.

Pro aplikace v sítích Internet a Intranet jsou obsaženy rozhraní s protokoly TCP/IP, HTTP, XML. Umožněno je také přenášet data v radiových sítích a sítích GSM. [19]

## 12.3 Otevřenost systémů

Software umožňuje neomezené možnosti komunikace s téměř jakýmkoliv okolním systémem. PROMOTIC má zcela otevřenou architekturu systému, obsahuje standardní rozhraní XML, ActiveX, DAO, ODBC, OLE, OPC, DDE, TCP/IP a WEB. Tímto lze PROMOTIC propojit s širokým sortimentem softwarových systémů, umožňuje realizovat propojení s komunikačními servery a lze realizovat přímé připojení do podnikových databází (MSSGL, MySQL, dBase, Access, Oracle, SAP apod.).

## 12.4 Cena produktů

### 12.4.1 Vývojové prostředí PROMOTIC

Tab. 12.1 Ceny produktů PROMOTIC vývojové prostředí

Název	Popis	Cena [Kč]
<b>PmDevelopFree</b>	Omezený počet proměnných 100	zdarma
<b>PmDevelop</b>	Bez omezeného počtu proměnných	9900
<b>PmDevelopSchool</b>	Vývojové prostředí pro školy	800

## 12.4.2 Runtime PROMOTIC

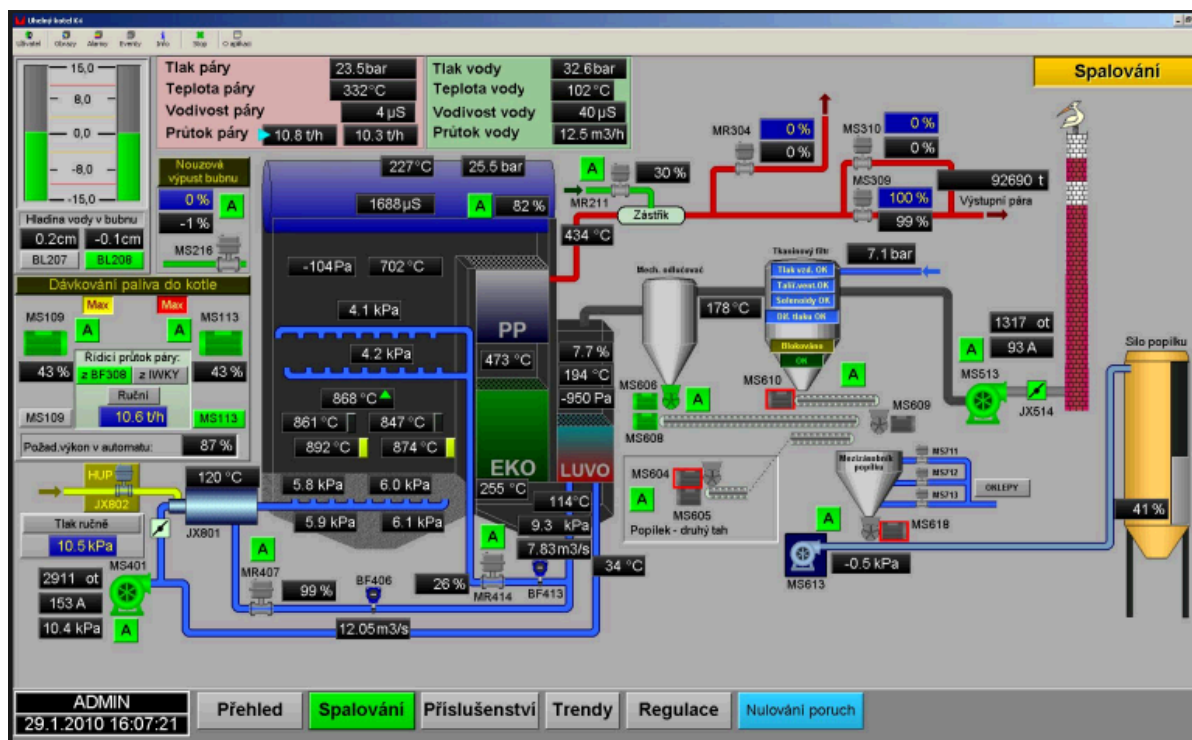
Tab. 12.2 Ceny produktů PROMOTIC Runtime

Název	Popis	Cena pro projektanty [Kč]	Cena pro koncové uživatele [Kč]
PmRuntimeFree	Pro aplikace do 30 proměnných	zdarma	zdarma
PmRuntimeLite	Pro aplikace do 100 proměnných	5400	7200
PmRuntimestandard	Pro aplikace do 250 proměnných	10800	14400
PmRuntime Prof	Neomezená velikost aplikace	18000	24000

Ceny Runtime verze jsou odlišné pro projektanty, kteří již mají zakoupené vývojové prostředí a pro koncové uživatele. Pro držitele licencí pro předchozí verze PROMOTIC je možné získat slevu. Sleva je vypočítávána z celkové částky systému dle typu verze softwaru.

Ceníky jsou platné od 1. 9. 2012. Uvedené ceny jsou bez DPH.

Více o cenách licencí, upgradu, speciálních a klientských verzích PROMOTIC, zabudovaných komunikačních ovladačích a samostatných komunikačních ovladačích jiných firem, školeních, seminářů a technické podpory v ceníku PROMOTIC v [19].



Obr. 12.1 Ukázka monitoringu hybridního parního kotle realizována v PROMOTIC [19]

## 13 WinCC



Obr. 13.1 Vizualizace SIEMENS a zobrazovací panely SIEMENS [23]

SCADA aplikace pro ovládání technologických celků. Tento software je dodáván v několika variantách, které jsou ještě dále děleny dle různých kritérií a vlastností. V nabídce SIEMENS jsou také nadstavbové verze, doplňky pro jednotlivé verze WinCC. Více o jednotlivých typech SW v [23].

Software pracuje na platformě Windows XP a Windows 7. SCADA software SIEMENS je aplikován v náročných aplikacích ve všech oblastech průmyslu. Nejčastější nasazení systému bývá jako několik redundantních stanic sloužící jako zálohy, kterých může být až 12.

Výhodou u WinCC je, že komunikační strukturu, kterou vytvoří již programátor PLC Simatic, automaticky přebírá software WinCC. Tímto je ušetřeno několik kroků práce při tvorbě vizualizace. Z PLC Simatic se též do SCADA WinCC přenášejí komunikační proměnné a diagnostická hlášení, které není již třeba vytvářet při tvorbě vizualizace. [23]

WinCC obsahuje bohatou knihovnu, ve které se nacházejí různé technologické komponenty. V knihovně jsou obsaženy obrázky sil, potrubí, dopravních pásů, škrtkovací ventily, klapky a též je programátorovi umožněno vytvářet vlastní objekty.

Důležitým kritériem pro aplikace v náročných podmínkách a pro náročné procesy, kde je třeba utajit data a zabránit nežádoucím vstupům, je důležité zabezpečení. WinCC nabízí několik funkcí týkajících se zabezpečení. Jsou zde možnosti nastavení stárnutí hesel, blokáce vstupu při zadání určitého počtu nepravdivých hesel, neumožní nastavit nové heslo totožné jako přecházející apod. funkce důležité pro zabezpečení.

### **13.1 Verze**

WinCC je v nabídce v několika verzích, které jsou nejčastěji odlišné dle počtu proměnných. Mezi aktuálně používané verze WinCC se řadí následující:

#### **13.1.1 SIMATIC WinCC V7.2**

Aktuální verze SCADA systému, která především disponuje následujícími vlastnostmi oproti předešlé verzi V7.0.

Obsahuje komunikační ovladač pro Simatic S7-1200 a Simatic S7-1500, podporuje UNICODE, archívy jsou založeny na MS SQL Server 2008, podporuje OS Windows Embedded Standard. Výhodou je hledání, náhrada, kopírování a vkládání podobné jako funkce v MS Excel. [23]

#### **13.1.2 WinCC powerrate**

Výhodou a hlavní odlišností oproti ostatním verzím WinCC je poskytnutí transparentních toků energie, tím je možná redukce provozních nákladů, které jsou závislé na těchto informacích. Tyto detailní informace o spotřebě energie a nákladů lze využít pro všechny druhy energie. Více o SIMATIC WinCC powerrate v [23].

#### **13.1.3 SIMATIC WinCC V11(TIA Portal)**

Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) je prvním inženýrským nástrojem z jednotného vývojového prostředí pro veškeré automatizační úlohy založené na platformě Siemens [23].

---

TIA Portal obsahuje veškeré základní vlastnosti SCADA: navigace, diagnostiky, on-line funkce, soubory knihoven, správu dat, ukládání projektů a navíc je systém TIA Portal založen na objektově orientované struktuře s centralizovanou správou dat, kde je automaticky zabráněno vložení chybných údajů.

Spolupráce se systémy SIMATIC odstraňuje opakované realizace komunikačního rozhraní mezi řídicími jednotkami a vizualizací. Komunikační topologie a proměnné jsou vytvářena pouze jednou a jsou následně využívány ve všech programech.

Pro WinCC V11 byly doposud vydány dva service packy, které především obsahují podpory OS Windows 7 (64-bit), podpory nových mobilních panelů, nové funkce OPC serveru ad.

## **13.2 Komunikace**

Z komunikačních kanálů jsou pro produkty SIEMENS důležité PROFIBUS/PROFINET, které jsou u WinCC taktéž podporovány. Dále jsou podporovány pro komunikaci kanály Ethernet IP, Modbus ad. OPC univerzální komunikační rozhraní pro jiní výrobce je též součástí WinCC. Sdílení dat v paralelních aplikacích je možné pomocí DDE, OLE a OPC. [23]

## **13.3 Nadstavby WinCC**

Speciální funkce nejsou součástí WinCC, ale jsou dodávány jako nadstavby SW a kupují se navíc k WinCC. Je dodáváno několik typů nadstaveb pro systém WinCC.

V nabídce SIEMENS jsou nadstavby pro řešení správy dávkových úloh, kalendáře pro plánování událostí, vzdálené přístupy pro ovládání s lemovacími technologiemi, nadstavby pro přístup do historických dat uložených v komprimované podobě, radiance pro zálohování dalších stanic, nadstavby databází, nadstavby pro práce se servery.



---

## Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo seznámení s PLC automaty a SCADA systémy, prozkoumání trhu a nabídky výrobců těchto systémů, vytvoření přehledu v současné době nejvíce aplikovaných systémů od různých českých a zahraničních výrobců.

První část práce je věnována PLC automatům. Jsou zde popsány základní části PLC a typy programovacích jazyků. Následně je vytvořen přehled PLC od konkrétních výrobců Tecomat, Amit, Domat, Mitsubishi, Omron, Micropel, a Siemens. Průzkumem těchto výrobců byly zjištěny základní parametry systémů důležité pro výběr zařízení pro různé procesy a cena zařízení, se kterou byl u některých výrobců problém.

Druhá část je věnována SCADA vizualizačním systémům, kde jsou taktéž jako v první části popsané základní vlastnosti SCADA a následně popsány konkrétní systémy Control Web, InTouch, PROMOTIC a WinCC. U těchto konkrétních systémů byly popsány základní vlastnosti, možnosti komunikace, kompatibilita se systémy, jednotlivé jejich verze a také ceny těchto verzí, mimo ceny u WinCC, která není volně dostupná.

Při průzkumu výrobců a zjišťování informací jsem se setkal s problémem, kterým byla cena produktů. Každý by si řekl, že parametr jako cena je běžně dostupný, tak i já se mýlil. Informace o ceně a licenční zásady jsou ve většině případech sdělovány až koncovým zákazníkům. I na základě poptávky mi nebylo odpovězeno od firem, u kterých nebyla uvedena cena. Tudíž jsem nebyl schopen uvést ceny od každého výrobce, což mi přijde jako škoda, jelikož by bylo zajímavé a taktéž užitečné uvést všechny ceny a následně provést kompletní porovnání, což na základě zjištěných informací jsem nebyl schopen realizovat. V některých případech se mi podařilo zjistit alespoň starší ceny nejčastěji od známých zaměstnanců firem, ve kterých jsou dané systémy používány. Tyto ceny nejsou aktuální, ale myslím si, že pro ilustraci a porovnání s ostatními cenami jsou pro čtenáře dostačující.

O přínosu této práce lze uvažovat v souvislosti s výběrem a rozhodováním mezi jednotlivými systémy PLC a SCADA. Práce obsahuje jejich základní vlastnosti, rozdělení typů a podtypů a v některých případech také ceny, a její přínos spočívá v usnadnění a ulehčení výběr uživatele těchto systémů. Jeden dokument obsahuje přehled několika typů systémů od různých výrobců. Práce je přínosná též pro výuku předmětu KAE / UPR.

Námětem pro budoucí rozšíření by mohlo být především doplnění dalších systémů, kterých je celá řada, tudíž není možné uvést zmínku o všech v rozsahu jedné práce. Navíc s postupem doby jsou stále vyvíjeny nové systémy, výrobci jsou modernizováni a stále vylepšováni parametry, aby právě ten jejich výrobek měl převahu na trhu. Taktéž zajímavým navázáním na tuto práci by bylo provést softwarové řešení úloh různého charakteru v rámci využití dostupných PLC a SCADA od různých výrobců a provést jejich porovnání.

## Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] ŠMEJKAL, Ladislav a Marie MARTINÁSKOVÁ. *PLC a automatizace: 1. díl Základní pojmy, úvod do programování*. Praha: BEN - technická literatura, 2009. ISBN 978-80-86056-58-6.
- [2] ŠMEJKAL, Ladislav a Marie MARTINÁSKOVÁ. *PLC a automatizace: 2. díl Sekvenční logické systémy a základy fuzzy logiky*. Praha: BEN - technická literatura, 2005. ISBN 80-7300-087-3.
- [3] *Automatizace a automatizační technika I: Systémové pojetí automatizace*. Brno: Computer Press, 2012. ISBN 978-80-251-3628-7.
- [4] *Automatizace a automatizační technika IV: Automatické systémy*. Brno: Computer Press, 2000. ISBN 80-7226-249-1.
- [5] ZEŽULKA, František. *Prostředky průmyslové automatizace*. Brno: VUTIUM, 2004. ISBN 80-214-2610-1
- [6] PINKER, Jiří. *Mikroprocesory a mikropočítače*. Praha: BEN - technická literatura, 2008. ISBN 978-80-7300-110-0.
- [7] VLACH, Jaroslav. *Řízení a vizualizace technologických procesů*. Praha: BEN - technická literatura, 1999. ISBN 80-86056-66-X.
- [8] KESL, Jan. *ELEKTRONIKA III: Číslicová technika*. 2. vydání. Praha: BEN - technická literatura, 2005. ISBN 80-7300-182-9.
- [9] MAŤÁTKO, Jan. *Elektronika*. 6. vydání. Praha: IDEA SERVIS, 2005. ISBN 80-85970-49-X.
- [10] PINKER, Jiří a Martin POUPA. *Číslicové systémy a jazyk VHDL*. Praha: BEN-Technická literatura, 2006. ISBN 80-7300-198-5.
- [11] ŠMEJKAL LADISLAV. *Esperanto programátorů PLC: programování podle normy IEC/EN 61131-3 (část 1)* [online]. AUTOMA 8-9/2011, 2013 [cit. 2013-11-02]. Dostupné z: <<http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/44606.pdf>>
- [12] *Tecomat: Průmyslová automatizace, Inteligentní budovy, Smart Grid*. [online]. 2009 [cit. 2013-11-03]. Dostupné z: <<http://www.tecomat.com/>>
- [13] *Amit:* [online]. 2013 [cit. 2013-11-09]. Dostupné z: <[http://www.amit.cz/inet\\_dir/cz/currently.htm?utm\\_source=redirect&utm\\_medium=main&utm\\_campaign=automation](http://www.amit.cz/inet_dir/cz/currently.htm?utm_source=redirect&utm_medium=main&utm_campaign=automation)>
- [14] *Domat: Domat control system* [online]. 2013 [cit. 2013-11-15]. Dostupné z: <<http://domat-int.com/>>

- 
- [15] *Mitsubishielectric: Czech Republic - Factory Automation* [online]. 2012 [cit. 2013-11-30]. Dostupné z: <<https://cz3a.mitsubishielectric.com/fa/cs/>>
- [16] *Omron: Průmyslová automatizace* [online]. 2013 [cit. 2013-12-07]. Dostupné z: <<http://industrial.omron.cz/cs/home>>
- [17] *Micropel*: [online]. 2013 [cit. 2013-12-13]. Dostupné z: <<http://www.micropel.cz/>>
- [18] *Siemens: Siemens Česká Republika* [online]. 2013 [cit. 2013-12-26]. Dostupné z: <<http://www.siemens.com/answers/cz/cz/#2232820-2292630>>
- [19] *Promotic: SCADA visualization software* [online]. 2014 [cit. 2014-02-06]. Dostupné z: <<http://www.promotic.eu/cz/pmdoc/Subsystems/Comm/OPC/OPC.htm>>
- [20] *Mii: Moravské přístroje , a.s.* [online]. 2014 [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <<http://www.mii.cz/cat?id=146&lang=405>>
- [21] *Pantek: Výrobní inteligence v průmyslové automatizaci* [online]. 2012 [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <<http://www.pantek.cz/index.php>>
- [22] *Invensys: SOFTWARE:* [online]. 2014 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: <<http://software.invensys.com/wonderware>>
- [23] *Siemens: Vizualizační software* [online]. 2014 [cit. 2014-04-26]. Dostupné z: <<http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?vw=0&ctxnh=7698ba9221&ctxp=home>>
- [24] *MERZ:* [online]. 2014 [cit. 2014-04-29]. Dostupné z: <<http://shop.kontron-czech.com/default.asp?CatID=394>>
- [25] *MatrikonOPC:* [online]. 2014 [cit. 2014-04-29]. Dostupné z: <<http://www.matrikonopc.com/drivers/driver-types>>



## **Přílohy**

Přílohou je kompletní verze této bakalářská práce v elektronické podobě formou CD.