

Možnosti využití programovatelných automatů Simatic řady S7-1200 od firmy Siemens

Pavel Kadlečík

Bakalářská práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel Kadlečík**
Osobní číslo: **A14686**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**
Forma studia: **kombinovaná**

Téma práce: **Možnosti využití programovatelných automatů Simatic řady S7-1200 od firmy Siemens**

Téma anglicky: **Possible Utilisations of Simatic S7-1200 Programmable Logic Controllers from the SIEMENS Company**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši na problematiku programovatelných automatů a jejich využití, zaměřte se zejména na PLC Simatic od firmy Siemens.
2. Vyjděte ze stávajících PLC sestav osazených programovatelnými automaty Tecomat Foxtrot využívaných v laboratoři předmětu "Programovatelné automaty". Navrhněte možné úpravy stávajících PLC sestav a realizujte je, a to jak z hlediska možnosti osazení těchto sestav také programovatelným automatem Siemens řady S7-1200, tak také z hlediska I/O externích modulů. Popište realizované úpravy PLC sestav, včetně jejich propojení s laboratorními modely.
3. Propojte PLC Simatic řady S7-1200 s vybranými laboratorními modely a inovovanými I/O moduly.
4. Vytvořte ilustrativní příklady, pro řízení daných laboratorních modelů, na nichž bude možno demonstrovat vybrané možnosti PLC Simatic řady S7-1200.
5. Ověřte možnosti využití vybraného SCADA/HMI systému a také webového serveru PLC Simatic řady S7-1200 při řízení a monitorování daných laboratorních modelů.
6. 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. ŠMEJKAL, Ladislav a Marie MARTINÁSKOVÁ. PLC a automatizace: Základní pojmy, úvod do programování. 2. dotisk, 1. vydání. Praha: BEN technická literatura, 2003. ISBN 80-86056-58-9.
2. ŠMEJKAL, Ladislav. PLC a automatizace 2: Sekvenční logické systémy a základy fuzzy logiky. Praha: BEN technická literatura, 2005. ISBN 80-7300-087-3.
3. SCHMID, Dietmar. Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku. Přeložil Jiří HANDLÍŘ. Praha: Europa Sobotáles, 2005. ISBN 80-86706-10-9.
4. SIEMENS: Industry Online Support [online]. 2017 [cit. 2017-01-25]. Dostupné z: [<https://support.industry.siemens.com>]
5. MORAVSKÉ PŘÍSTROJE, a.s.: Programový systém Control Web [online]. 2017 [cit. 2017-01-25]. Dostupné z: [<http://www.mii.cz>]

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Pavel Navrátil, Ph.D.

Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce:

24. února 2017

Termín odevzdání bakalářské práce:

24. května 2017

Ve Zlíně dne 24. února 2017



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
ředitel ústavu

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/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 diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/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 diplomovou/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 – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/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 diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/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 diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 22. 5. 2017



.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je ověřit možnosti využití programovatelných automatů, zejména PLC Siemens SIMATIC řady S7-1200. Práce se věnuje vytvořením PLC sestav, osazených programovatelnými automaty SIMATIC S7-1200 a inovací stávajících PLC sestav osazených programovatelnými automaty řady Tecomat Foxtrot a jejich propojením s vybranými EDU modely technologických procesů a I/O externími moduly. Tyto sestavy jsou využívány jako podpora výuky předmětu „Programovatelné automaty“ na fakultě Aplikované informatiky. Práce se dále věnuje možnosti využití systému Control Web 7, HMI panelu KTP400 Basic Color PN a webového serveru PLC SIMATIC řady S7-1200 pro řízení a monitorování laboratorních modelů.

Klíčová slova: PLC, SIMATIC S7-1200, TIA Portal, webový server, Control Web 7, HMI, EDU modely

ABSTRACT

The aim of this thesis is to verify possibilities of use of programmable logic controllers, especially Siemens SIMATIC S7-1200. The thesis is focused on a creation of PLC assemblies equipped with PLC SIMATIC S7-1200 and innovations of existing PLC assemblies equipped with PLC Tecomat Foxtrot and their connection with selected EDU models of technological processes and I / O external modules. These assemblies are used as a support of the subject „Programmable Logic Controllers“ at Faculty of Applied Informatics. The thesis deals also with possibilities of using Control Web 7 systém, HMI panel KTP400 Basic Color PN and web server PLC SIMATIC S7-1200 for controlling and monitoring of models.

Keywords: PLC, SIMATIC S7-1200, TIA Portal, web server, Control Web 7, HMI, EDU models

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Pavlovi Navrátilovi, PhD. za odborné vedení, podnětné rady, poskytnuté materiály a veškerou spolupráci při tvorbě této bakalářské práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY	12
1.1 STRUKTURA PLC	12
1.2 PRINCIP FUNKCE PLC	13
1.3 KONSTRUKČNÍ PŘEVODENÍ PLC	15
1.4 PROGRAMOVACÍ JAZYKY	16
1.4.1 Grafické	16
1.4.2 Textové	18
2 SIEMENS SIMATIC S7-1200	19
2.1 SPECIFIKACE CPU1214C	20
2.2 ROZŠÍŘITELNOST HARDWARU	21
2.2.1 Komunikační moduly	21
2.2.2 Signálové karty	21
2.2.3 Signálové moduly	22
2.3 HMI	22
2.3.1 HMI KTP400 Basic color	23
2.4 TIA PORTAL	23
3 CONTROL WEB 7	25
4 MODELY TECHNOLOGICKÝCH PROCESŮ	26
4.1 AUTOMATICKÁ PRAČKA	26
4.2 MÍŠÍCÍ JEDNOTKA	27
4.3 KŘIŽOVATKA	27
4.4 HYDRAULICKÁ POSUVNÁ JEDNOTKA	28
4.5 INICIALIZAČNÍ STAVY A CHYBOVÁ HLÁŠENÍ	28
II PRAKTICKÁ ČÁST	29
5 HARDWAROVÁ ČÁST	30
5.1 SOUČASNÝ STAV PLC SESTAV	30
5.2 NÁVRH PLC SESTAV	33
5.2.1 Návrh pracovní desky	34
5.2.2 Návrh I/O modulů	35
5.2.3 PLC SESTAVA S7-1200	38
5.2.4 PLC SESTAVA TECOMAT CP-1005	39
5.3 NAVRŽENÉ PLC SESTAVY	40
6 SOFTWAREOVÁ ČÁST	42
6.1 PRÁCE S TIA PORTAL	42
6.1.1 Vytvoření projektu, hardwarová konfigurace	42
6.1.2 Tvorba aplikace PLC	46
6.1.3 HMI panel	49
6.1.4 Web server	52
6.1.5 Control Web 7	57

ZÁVĚR.....	64
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	65
[SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	68
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	69
SEZNAM TABULEK	72
SEZNAM PŘÍLOH.....	73

ÚVOD

Programovatelné automaty jsou jedny z nejvíce používaných prvků automatizační techniky, není možné tedy tuto problematiku ve výuce automatizační techniky pominout. Práce se zabývá problematikou programovatelných automatů a jejich využití, zejména programovatelnými automaty firmy SIEMENS.

Práce je rozdělena do několika částí. V teoretické části bylo uvedeno stručné seznámení s programovatelnými automaty a obecné principy jejich činnosti, možnosti jejich rozšiřitelnosti a využití se zaměřením na programovatelné automaty Siemens řady S7-1200 a programové prostředí TIA Portal. Kapitola tři a čtyři se věnuje popisu vybraných EDU modelů technologických procesů a softwaru Control Web 7.

Praktická část se skládá z hardwarové a softwarové části. Hardwarová část se zabývá inovací stávajících PLC sestav osazených programovatelnými automaty Tecomat Foxtrot CP-1005 a vytvořením nových PLC sestav s programovatelným automatem Siemens řady S7-1200 a I/O externích modulů a jejich propojení s vybranými laboratorními modely. Vytvořené PLC sestavy vychází ze stávajících PLC sestav osazených programovatelným automatem Tecomat Foxtrot CP-1005, užívané jako podpora výuky předmětu „Programovatelné automaty“ vyučované na fakultě Aplikované informatiky

Softwarová část byla aplikována na nově navrženou PLC sestavu osazenou PLC Siemens řady S7-1200. Obsahuje popis tvorby aplikačních programů v programovém prostředí TIA Portal, tvorbu vizualizace a řízení modelů technologických procesu prostřednictvím operátorského HMI panelu, webového serveru a programového prostředí Control Web 7.

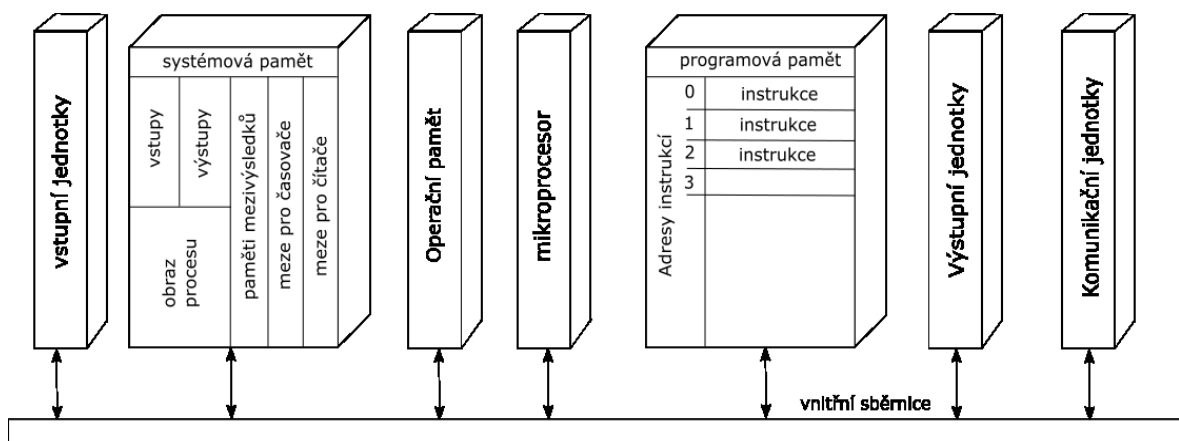
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PROGRAMOVATELNÉ AUTOMATY

Programovatelné logické automaty neboli PLC (dále jen PLC) jsou zařízení používaná v průmyslovém prostředí pro řízení rozličných technologických procesů v reálném čase. Tyto systémy užívané v náročných průmyslových aplikacích jsou konstruovány s maximální spolehlivostí, robustností a odolností proti vnějším rušivým vlivům. Dalšími důvody užití těchto systémů je rychlá realizace, diagnostika, možnost úpravy řídicího algoritmu (uživatelského programu uloženého v programové paměti) na rozdíl od pevně nastavených řídicích systémů, například reléových, jejichž řídicí algoritmus je dán zapojením. Komunikace s řízeným objektem je realizována pomocí vstupních, výstupních komunikačních modulů, číslicových nebo analogových. [1,3]

1.1 Struktura PLC

Struktura programovatelného automatu vychází ze struktury mikropočítače. Každý programovatelný automat se skládá z centrální procesorové jednotky (CPU), operační, programové a systémové paměti a souboru vstupních, výstupních a komunikačních jednotek, jež jsou mezi sebou propojeny pomocí vnitřní systémové sběrnice.



Obrázek. 1. Struktura programovatelného automatu.

- CPU – centrální jednotka CPU obsahuje jeden mikroprocesor či více dle typu provedení a dalších integrované obvody zajišťující vykonávání uživatelského programu, ovládání logiky, komunikaci a monitorování procesu.
- Uživatelská paměť (ROM) – zde je uložen uživatelský (řídicí) program.
- Operační paměť (RAM) – do operační paměti je po spuštění PLC zaveden uživatelský program a pracovní data
- Systémová paměť (ROM) – zde je umístěn systémový program, systémové registry pro uložení proměnných operandů (vstupy, výstupy, časovače, čítače).
- Komunikační jednotky – schopnost komunikace s více druhy systému a umožňující vytvářet distribuované řídicí systémy

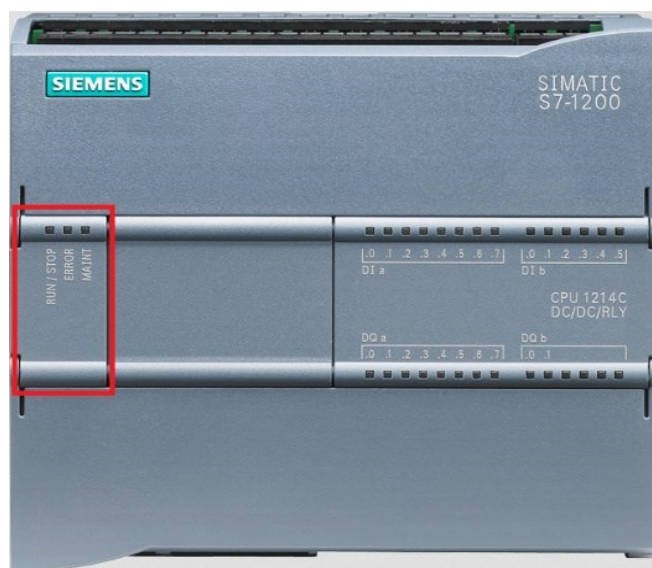
Vstupní a výstupní jednotky PLC:

- Binární vstupy – galvanicky oddělené obvody s ochranou proti rušení a přepětí pro připojování zařízení generující informaci dvouhodnotového charakteru (např. tlačítka), přičemž sortiment vstupních modulů pokrývá požadavky připojitelných prvků.
- Binární výstupy – výstupní jednotka slouží k řízení akčních členů dvouhodnotového charakteru. Existují v provedení s tranzistory, relé a triaky v různých napěťových variantách
- Analogové vstupy – nezbytnou součástí těchto jednotek jsou A/D převodníky, pomocí něhož lze převést spojitý analogový signál na číselnou hodnotu, přesnost převodu závisí na použitém typu převodníku.
- Analogové výstupy – obsahují D/A převodníky, převádí interní číselnou hodnotu na spojitý signál napěťového nebo proudového charakteru, které je možno využít k ovládání akčních prvků. Jako u A/D převodníků je přesnost převodu závislá na typu převodníku.
- Rychlé čítače – obvody umožňující čítání impulzů systémů jejichž perioda je srovnatelná nebo kratší než pracovní cyklus programu.
- Polohovací jednotky – slouží k řízení polohování objektů strojních zařízení pomocí servopohonů, často s využitím zpětnovazebního řízení. Pro řízení pohybu jsou polohovací jednotky vybaveny hardwarem umožňující snímat odpovídající fyzikální veličiny jako je např. rychlost, poloha, zrychlení.

[1,3]

1.2 Princip funkce PLC

Činnost PLC je založena na cyklickém provádění řídicího programu. Princip činnosti programovatelných automatů může být odlišný, závisí na technickém vybavení. Není možné postihnout všechny systémy obecně, proto se zde zaměříme na automaty firmy Siemens S7-1200, kterými se tato práce zabývá.



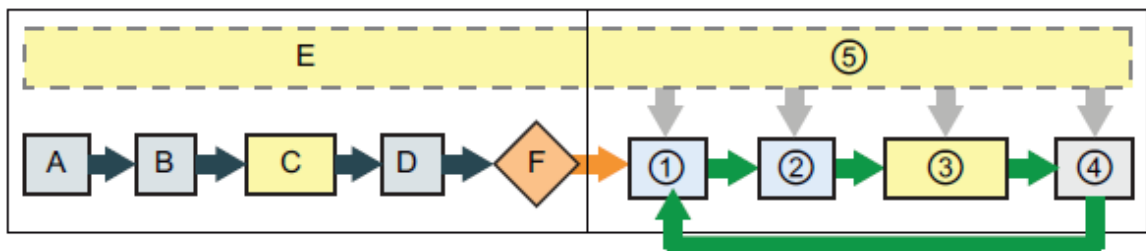
Obrázek 2. Pracovní režimy PLC S7-1200 [7]

CPU pracuje ve 3 režimech:

- STOP – nevykonává se program, umožňuje zavedení nového projektu
- STARTUP – vykonávání startovací logiky (inicializační proces)
- RUN – cyklické vykonávání programu

Systémový program zajišťuje cyklické vykonávání programové smyčky. PLC přitom nepracuje s aktuálními hodnotami na vstupně/výstupních perifériích, ale s hodnotami uloženými v registrech. Hovoříme o obrazech vstupů a výstupů.

Po zapnutí napájení nebo při teplém restartu je CPU v režimu STARTUP, v tomto režimu se vykoná inicializační proces. Po vykonání startovací logiky se CPU přepne do režimu RUN a začne probíhat cyklické zpracování uživatelského programu v nekonečné smyčce.



Obrázek 3. Princip činnosti SIMATIC S7-1200 [7]

STARTUP režim:

- A – Vymazání paměti obrazu vstupů.
- B – Inicializace výstupů.
- C – Vykonání startovací logiky (programu).
- D – Načtení aktuálního stavu vstupů do paměti.
- E – Vykonání všech událostí přerušení uložených ve frontě během režimu RUN.
- F – Povolení zápisu na fyzické výstupy.

Režim RUN:

- 1. Nastavení fyzických výstupů dle obrazů výstupů uložených v paměti.
- 2. Uložení kopie fyzických vstupů do paměťové oblasti obrazů vstupů.
- 3. Vykonání uživatelského programu.
- 4. Provádění vlastního diagnostického testu.
- 5. Přerušení a komunikace jsou zpracovány během jakékoliv části cyklu.

1.3 Konstrukční provedení PLC

Konstrukce programovatelných automatů mohou být různé, avšak z hlediska konstrukčního pojetí dělíme PLC na dvě základní skupiny:

- Kompaktní provedení: CPU a periferní prvky (vstupy, výstupy, zdroj) jsou umístěny v jednom pouzdře. Tyto PLC jsou určeny spíše pro méně náročné aplikace s možností omezeného rozšíření periferních modulů. Příkladem kompaktního systému je S7-1200



Obrázek 4. Kompaktní PLC Siemens LOGO! 8 [8]

- Modulární provedení: Modulární systém je charakteristický tím, že CPU, vstupy a výstupy jsou rozděleny do modulů, které jsou mezi sebou vzájemně propojeny pomocí sběrnice. Systém je vhodný pro větší aplikace, poskytuje větší možnosti rozšíření periferních modulů. Příkladem S7-300



Obrázek 5. Modulární PLC Siemens S7-300 [9]

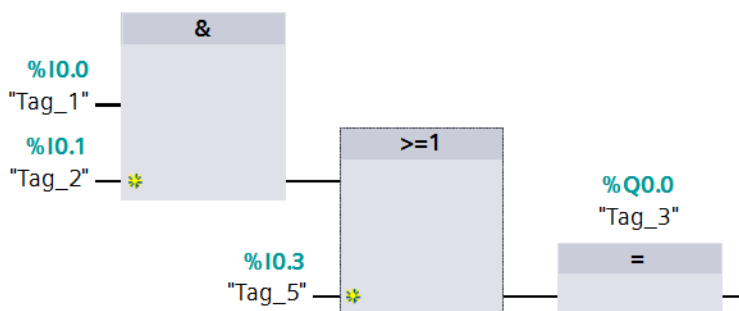
1.4 Programovací jazyky

PLC lze programovat mnoha způsoby, přičemž volba programovacího jazyka může záviset na druhu aplikace. Počátkem 90. let minulého století byla vypracována norma IEC 1131–3, která sjednocuje programovací jazyky PLC, není však závazným předpisem. Sdružení PLCopen, jehož cílem je vytvoření kompatibilního softwaru pro PLC systémy informuje, jaký produkt splňuje jmenovanou formu. Do této normy spadají následující programovací jazyky: [1,3,8]

1.4.1 Grafické

FBD – Function Block Diagram

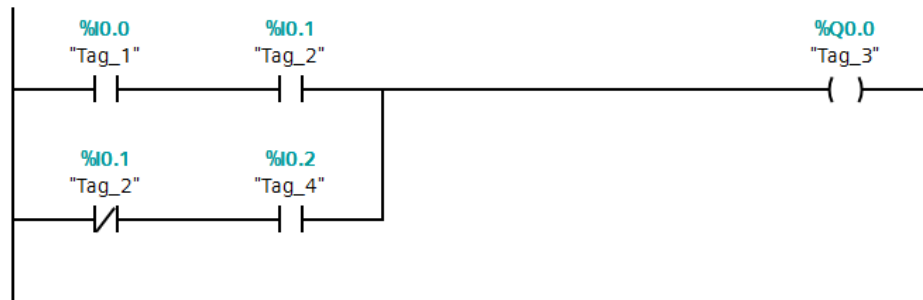
Jazyk funkčních blokových schémat podobný jazyku LD (liniových schémat), využívající obdélníkových značek hradel s proměnnou šířkou v závislosti na počtu použitých vstupních proměnných. Program FBD je program vytvořený propojením více funkcí a funkčních bloků. Funkce zahrnují např. aritmetické, logické, trigonometrické operace, funkční bloky jako např. PID regulátor, časovače a čítače. Výhodou jazyka je snadné a intuitivní programování bez nutnosti znalosti programovacích jazyků. Využívá se při programování regulačních a měřicích úloh. [1,3,8]



Obrázek 6. Schéma funkčních bloků

LD – Ladder Diagram (Liniové schéma)

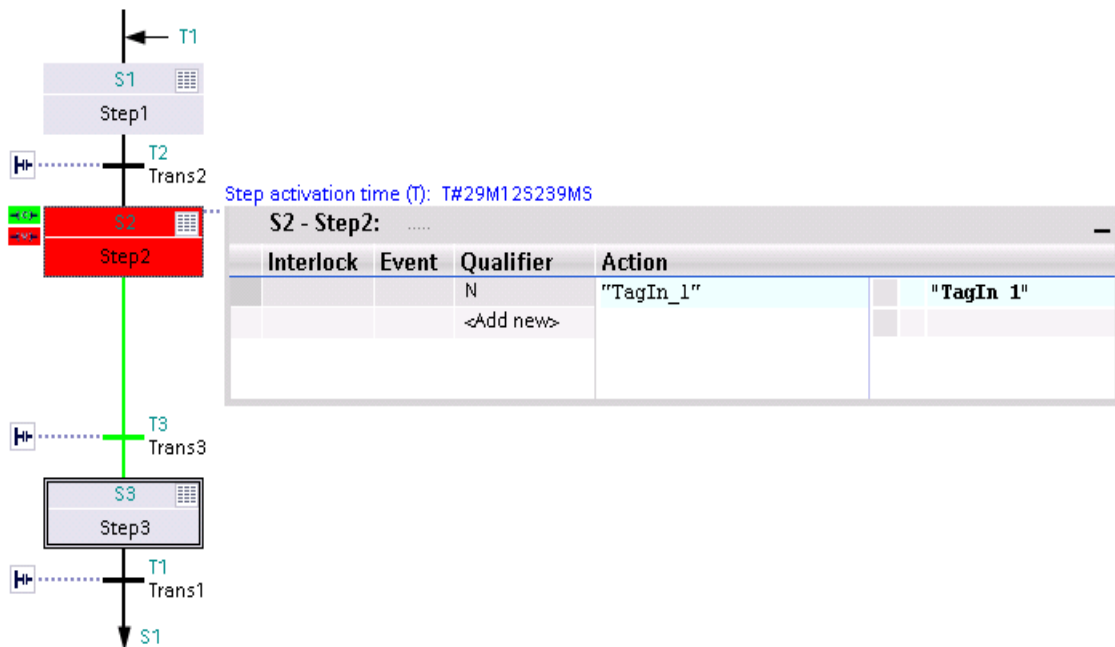
Jazyk obsahující grafické prvky, reléové a kontaktní prvky pro tvorbu logických operací formou kreslení schémat. Logické bitové operace jsou vytvářeny vzájemným propojením ovládacích prvků. Složitější bloky a funkce jsou realizovány formou dvojic závorek, či obdélníkových značek. Jazyk liniových schémat je výhodné použít při zpracování jednoduchých logických operací, zejména pro jeho přehlednost, čitelnost a rychlou diagnostiku, ladící prostředky. Kompaktnost programu s rostoucí složitostí klesá. [1,3,11]



Obrázek 7. Liniové schéma

SFC – Sequential Function Chart (Sekvenční funkční diagram)

Sekvenční funkční diagram je grafický programovací jazyk popisující chování sekvenčního algoritmu řídicího programu. Diagram se skládá ze startovacího kroku, mezikroků a koncového kroku. Jednotlivé kroky (obdélníky) reprezentují stav systému a přiřazené akce popsané v libovolném z výše zmíněných jazyků, které jsou propojeny prostřednictvím spojnic, na nichž jsou vodorovnými čarami znázorněny přechody, jež jsou vázány podmínkami. Diagramy zahrnují paralelní nebo alternativní větvení, zpětnou vazbu prostřednictvím smyček, či synchronizovaný běh více větví paralelně. Výhodou jazyka je přehledná realizace sekvenční logiky a jeho jednoduchá diagnostika. [1,3,11]



Obrázek 8. Sekvenční diagram

1.4.2 Textové

IL – Instruction List (Seznam instrukcí)

Strojově orientovaný jazyk mnemokódu podobný assembleru. Program je zapsán jako seznam postupně vykonávaných instrukcí instrukční sady konkrétního PLC. Každá instrukce je na samostatném řádku, obsahuje název instrukce a operand. Tento způsob programování umožňuje nejlépe optimalizovat program z hlediska jeho rychlosti a vykonávání. U složitějších aplikací se stává zápis nepřehledným a programátor je donucen znát velké množství zápisů a příkazů, které jsou poměrně zdlouhavé. [1,3,11]

1	OPN	"DB1"	§DB1	0	DB1	
2	L	§DBW2	§DBW2	0	16#4D2	DB1
3	L	§DBW4	§DBW4	0	16#3333	DB1
4	+I			0	14341	OS=0,OV=0,A0=0,A1=1
5	T	"Tag_15"	§MW4	0	14341	
6						
7	L	3.0	3.0	0	3.0	
8	T	"Tag_24"	§MD10	0	3.0	
9	L	5.0	5.0	0	5.0	

Obrázek 9. Seznam instrukcí

ST – Structured Text (Strukturovaný text)

Jedná se o vyšší programovací jazyk typu Pascal nebo C, umožňující úspornější zápis oproti jazyku IL. Syntaxe jazyka je podobná Pascalu, je tedy ideální pro začínající programátory. Obsahuje všechny podstatné prvky moderního programovacího jazyka, zahrnující větvení, iterační smyčky, včetně jejich zanořování. Je určen především pro složitější úlohy, práci s daty a aritmetické operace. Nutností je znalost syntaxe daného jazyka. [1,3,11]

```

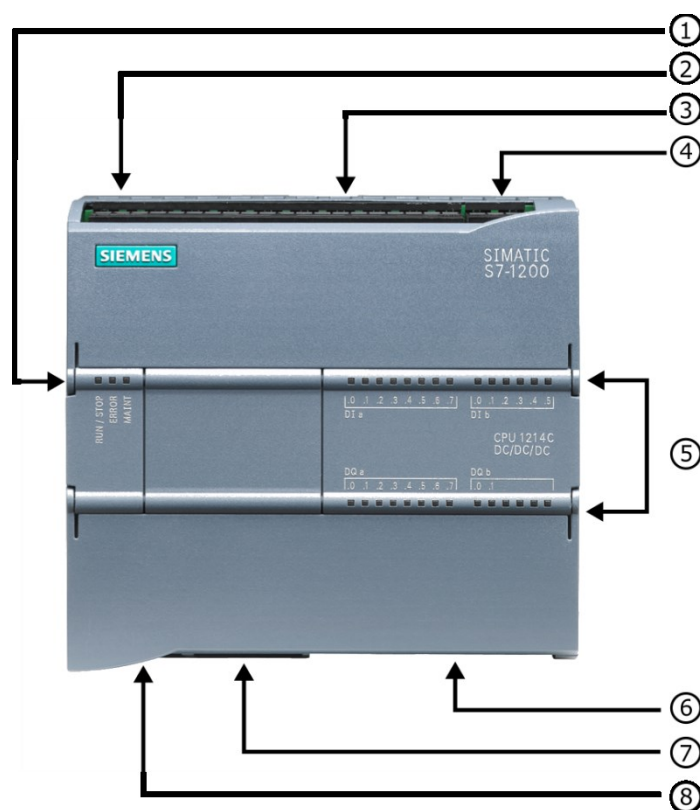
1
2 IF "CROSSING" THEN
3     "DB".CROSSING_MEMORY := 1;
4 END_IF;
5
6 IF "DB".CROSSING_MEMORY AND NOT "DB"."CROSSING_ACTIVE" AND NOT "DB".CROSSING_BYPASS THEN
7     "DB"."CROSSING_ACTIVE" := 1;
8 END_IF;
9
10
11 "MAIN_TIMER".TON(IN:= NOT "DB".MAIN_TIME_DONE OR "DB"."CROSSING_ACTIVE",
12                 PT:=T#24S,
13                 Q=>"DB".MAIN_TIME_DONE,
14                 ET=>"DB".ELAPSED_TIME);

```

Obrázek 10. Strukturovaný text

2 SIEMENS SIMATIC S7-1200

Jedná se o kompaktní modulární programovatelný automat s velkou výkonností společnosti Siemens se zabudovaným rozhraním PROFINET, který je možno využít v širokém spektru aplikací. Firma Siemens vyrábí tento produkt v několika různých modelových variantách, které mají odlišné technické parametry (např. rozměry, paměť, počty vstupů a výstupů). Řídicí jednotky řady S7-1200 lze rozšířit pomocí rozšiřujících, resp. signálních modulů, což zvyšuje možnosti jejich využití. V této práci se jedná o model s CPU1214C, který je osazen signálním modulem SB 1232 AQ. [6]



Obrázek 11. Popis Siemens SIMATIC S7-1200 CPU1214C

Tabulka 1. Základní přehled S7-1200, CPU 1214C

Přehledová tabulka			
1	Stavové LED diody CPU	5	Stavové LED diody I/O
2	Napájecí konektor	6	Digitální výstupy
3	Digitální vstupy	7	Signální modul
4	Analogové vstupy	8	PROFINET konektor

[7]

2.1 Specifikace CPU1214C

Tabulka 2. Specifikace S7-1200 CPU1214C

Všeobecné informace:	CPU1214C
Sériové číslo	6ES7214-1AG40-0XB0
Napájecí napětí	24 V DC (Ochrana proti přepólování)
Přípustný rozsah <ul style="list-style-type: none"> dolní limit horní limit 	20.4 V 28.8 V
Rozměry	110 x 100 x 75 mm
Paměť <ul style="list-style-type: none"> Pracovní Zaváděcí Remanentní 	100 KByte 4 MByte 10 Kbyte
Adresový prostor <ul style="list-style-type: none"> Obrazy vstupů Obrazy výstupů Bitová paměť 	1 Kbyte 1 Kbyte 8 Kbyte
I/O rozhraní <ul style="list-style-type: none"> Vstupy (Digitální/Analogové) Výstupy (Digitální/Analogové) Vysokorychlostní čítače Pulzní výstupy 	14/2 10 (Tranzistor) / Bez 6 4
Komunikační rozhraní: <ul style="list-style-type: none"> Typ Fyzické 	PROFINET Ethernet (100 Mbit/s)

2.2 Rozšiřitelnost hardwaru

2.2.1 Komunikační moduly

Komunikační karty se připojují z levé strany PLC. Lze je využít ke komunikaci mezi PLC a různými zařízeními. Integrované rozhraní PROFINET se využívá ke komunikaci s programovacím zařízením, vzájemné komunikaci mezi PLC, HMI ovládacími panely dále jako IO master v síti PROFINET. Případné rozšíření komunikačního rozhraní lze realizovat rozšířením základní jednotky pomocí komunikačních karet, například RS-232, RS485 nebo Profibus-DP master. K CPU1214C lze připojit 3 komunikační moduly. [6]

2.2.2 Signálové karty

Signálové karty se připojují do PLC z pravé strany. Slouží jako doplněk k integrovaným I/O na základní jednotce. Oproti signálovým modulům poskytují větší flexibilitu úpravy počtu vstupně výstupních jednotek. K CPU1214C je možno připojit až 8 signálních modulů.



Obrázek 12. Komunikační moduly a rozšiřující signálové karty [10]

2.2.3 Signálové moduly



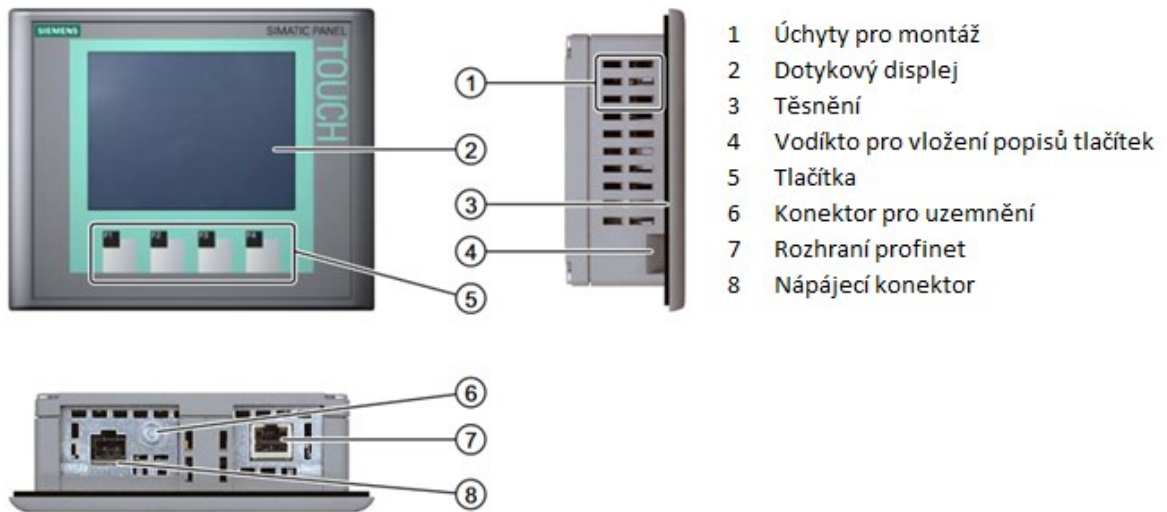
Obrázek 13. Signálový modul k vložení do základní jednotky [6]

Jedná se o moduly, které je možné vložit přímo do základních jednotek řady S7-1200. Každé CPU může být rozšířeno jedním modulem. Předností těchto modulů je úspora místa a cenová dostupnost. Firma Siemens v současné době nabízí analogové, digitální vstupně výstupní signálové moduly, moduly pro připojení termočlánků a odporových čidel, komunikační modul RS485. [6]

2.3 HMI

Nedílnou součástí všech automatizačních systémů je řešení rozhraní mezi člověkem a strojem HMI (Human Machine Interface). Firma Siemens nabízí kompletní spektrum systémů pro ovládání a vizualizaci označované jako SIMATIC HMI. Samotný hardware by nemohl fungovat bez kvalitního software TIA Portal, v němž jsou všechny potřebné nástroje pro projektování a konfiguraci řídicích systémů. Šířka nabídky systémů SIMATIC HMI umožňuje každému uživateli nalézt optimální řešení dané aplikace po cenové i technické stránce. Díky špičkové kvalitě jsou operátorské rozhraní SIMATIC využívány v nejrozmanitějších aplikacích ve všech odvětvích průmyslu. 18

2.3.1 HMI KTP400 Basic color



Obrázek 14 HMI KTP400 Basic color 20

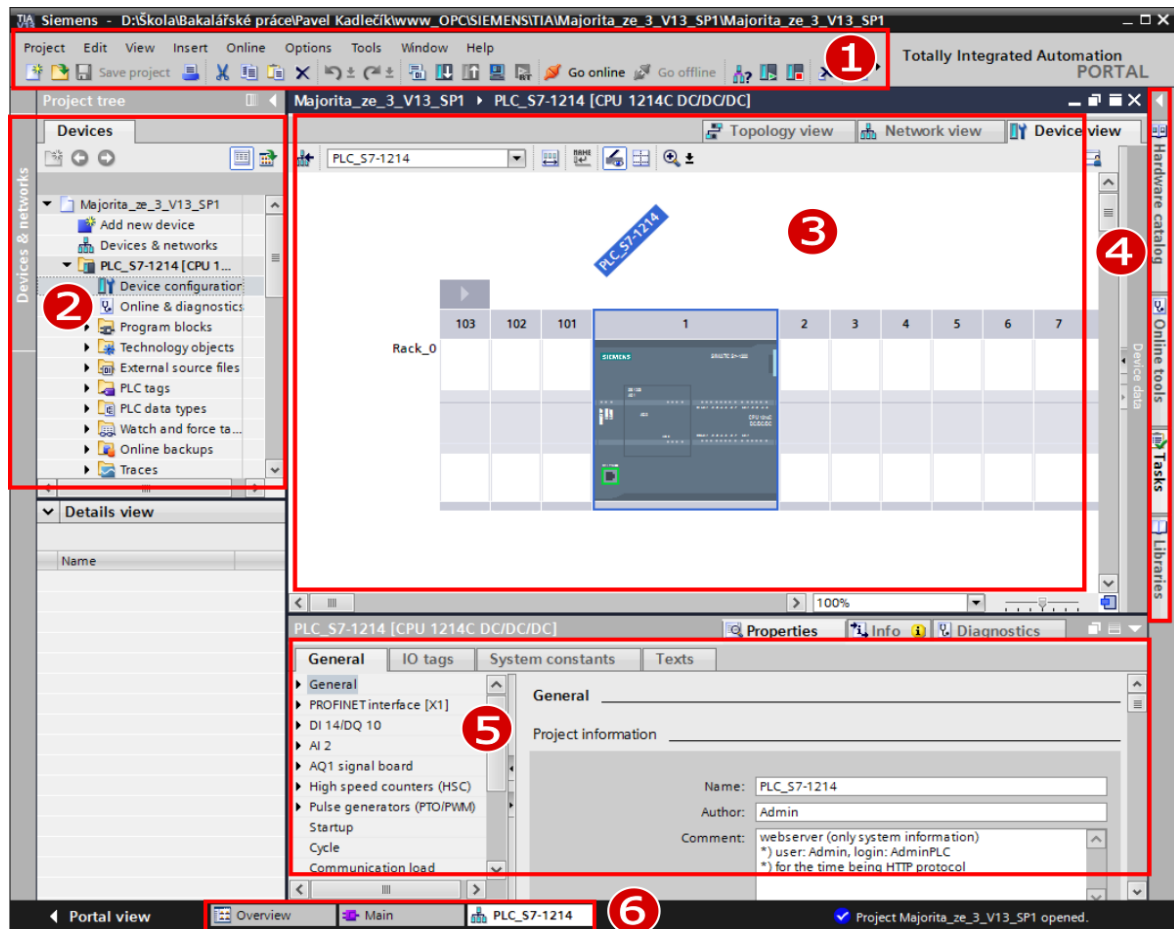
Kategorie basic panelů je určena pro méně náročné aplikace s rozhraním PROFINET i Profibus. Operátorský panel HMI KTP 400 Basic color (dále jen HMI) je navržen s širokoúhlým barevným dotykovým displejem v kombinaci se čtyřmi funkčními klávesami. Komunikuje s PLC pomocí rozhraní PROFINET. Vizualizace lze vytvářet ve vývojovém prostředí Tia Portal do něhož je integrován software WinCC. Bližší specifikace uvádí následující tabulka. 19

Tabulka 3. Specifikace KTP400 Basic color 20

Technické parametry	
Nápájecí napětí	24 V (-20 %, +20 %)
Rozměry	141 x 116 mm
Displej	4,3" LCD TFT, 256 barev (95 x 53,8 mm)
Rozlišení	480 x 272 pixel
Aplikační paměť	512 KB
Rozhraní	1x Ethernet RJ45 10/100 Mbps

2.4 TIA Portal

Tia Portal je komplexní vývojové prostředí firmy Siemens, zahrnující softwarové vybavení pro všechny druhy automatizačních úloh jako jsou tvorba uživatelských aplikací pro PLC, projektování panelů HMI, vizualizací SCADA, síťových komponentů, komunikačních prvků a konfiguraci pohonů a řízení pohybu. Díky integraci softwaru do jednotného vývojového prostředí je výrazně usnadněna práce s jednotlivými inženýrskými nástroji.



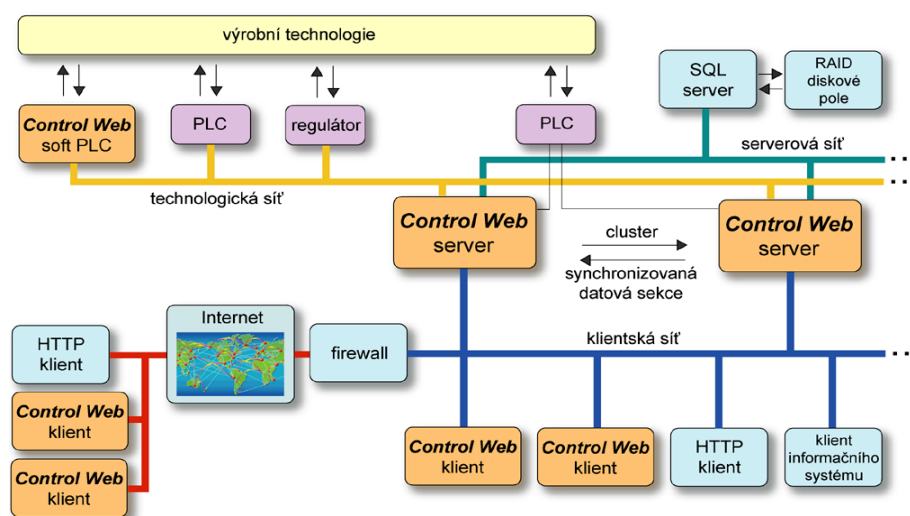
1-menu a tlačítka, 2-strom projektu, 3-pracovní prostor, 4 -správce karet, 5-inspekční okno, 6-lišta editoru

Obrázek 15. Vývojové prostředí TIA portál

V současné době prostředí Tia Portal obsahuje aktuální verzi programu WinCC V14, pomocí něhož se realizují všechny HMI úlohy a programovací nástroj Step 7 V14 pro tvorbu PLC aplikací, existujících ve variantách Basic a Professional. Verze Basic je omezena pouze pro programování automatů Simens řady S7-1200 pomocí programovacích editorů využívajících jazyk LD, FBD, ST a pro vizualizaci Simatic Basic panelů užitím softwaru WinCC Basic. Verze Professional je určena k programování všech PLC Siemens řady S7-1200, S7-300, S7-4000, WinAC obsahující rozšířenou funkci jazykových editorů IL a SFC pro všechny výše zmíněné řady kromě S7-1200, podporou vizualizace panelů všech řad, včetně rozsáhlé funkční schopnosti ve SCADA systémech. Zde je výhodné zmínit, že firma Siemens používá jinou terminologii pro názvy programovacích jazyků LD, ST, SFC, IL, které nazývá LAD, SCL, GRAPH, STL. V následující textové části tedy bude použita terminologie firmy Siemens. [21]

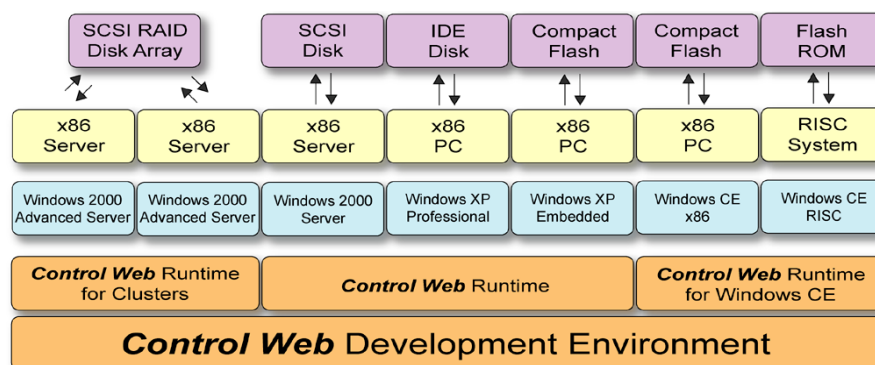
3 CONTROL WEB 7

Komplexní jednotné programové prostředí, objektově orientované koncepce, pracující pod řadou operačních systémů Windows NT vycházejících z architektury svého předchůdce Control Panel, který pracoval pod systémem DOS. Zahrnuje prostředky umožňující tvorbu vizualizačních řídicích aplikací v reálném čase, aplikace při práci s daty a možnostmi síťové komunikace. Nejedná se tedy o pouhý SCADA systém, ale prostředek pro tvorbu distribuovaných informačních systémů, který nám dokáže posloužit tak, jak zrovna potřebujeme.



Obrázek 16. Škálovatelnost systému Control Web 7

Aplikace je možno vytvářet v textovém editoru nebo zjednodušeně užitím grafického editoru ve vývojové verzi a spouštět na runtime verzi dostupné pro veškeré platformy.



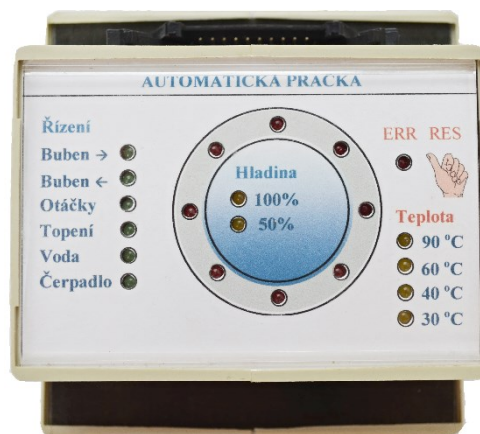
Obrázek 17. Podporované platformy systému Control Web 7

Možnosti užití tohoto systému není možné uceleně vysvětlit, je však zřejmé, že se jedná o software průmyslové automatizace, který může vystupovat v mnoha rolích. [5]

4 MODELY TECHNOLOGICKÝCH PROCESŮ

Modely technologických procesů (dále jen EDU modely) jsou učební pomůckou při výuce programovatelných automatů. Moduly jsou osazeny jednočipovými mikropočítači, které umožňují simulaci funkcí reálných objektů. EDU moduly jsou vybaveny dvaceti pinovým konektorem, na kterém jsou vyvedeny vstupní a výstupní signály, včetně pinů pro napájecí napětí 24 V zajišťující chod těchto modulů. Propojení mezi PLC a EDU modely slouží propojovací rozhraní, jehož návrh je součástí této práce. [12]

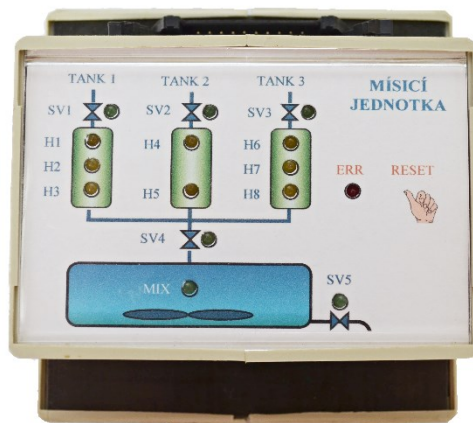
4.1 Automatická pračka



Obrázek 18. Model automatické pračky

K řízení modelu pračky slouží 6 binárních výstupů PLC s 24 V napěťovou úrovní, jejichž stav je signalizován na modelu příslušnými LED diodami. Dva výstupy slouží pro otáčení bubnem v obou směrech. Pohyb bubnu je simulován osmi LED diodami uspořádanými do kruhu formou běžícího světla. Výstupní otáčky lze přepínat mezi režimy praní a ždímání. Zbylé tři výstupy slouží pro napouštění vody, spínání topení a čerpadla pro vypouštění vody, jejichž funkce je simulována modelem. Hladina vody je snímána v úrovních 50 % a 100 % výšky hladiny. Při ohřevu vody se model chová jako soustava druhého řádu se zkrácenými časovými konstantami z důvodu ladění (ohřev na max. teplotu trvá cca 60 s). Teplota je snímána ve čtyřech bodech (30,40,60 a 90 °C). Tyto signály jsou posílány na výstup modelu a následně na vstup PLC. [13]

4.2 Mísící jednotka



Obrázek 19. Model mísící jednotky

Model simulující technologii tří plnicích tanků o objemu 84 litrů a mísící nádoby o objemu 253 litrů. Nádoby jsou mezi sebou vzájemně propojeny potrubím, které je přes solenoidový ventil SV4 (dále jen ventil) napojeno na přívodní potrubí s průtokem 18 l/s do mísící nádoby. Plnění jednotlivých tanků je realizováno ventily SV1, SV2, SV3 s rychlostí plnění 6 l/s, přičemž informaci o signalizaci výšky hladiny signalizují jednotlivé hladinoměry příslušných nádob, jejichž význam je následující. Hladinoměry H3, H5, H8 signalizují minimální množství kapaliny, H2, H7 polovinu nádrže a H1, H4, H6 plnou nádrž. Objem mísící nádoby se vypouští ventilem SV5 do vypouštěcího potrubí průtokem 18 l/s. [14]

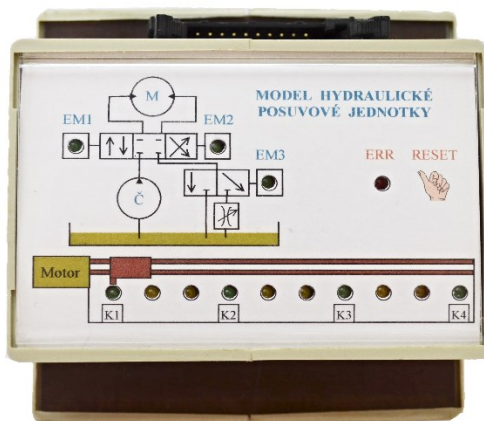
4.3 Křižovatka



Obrázek 20. Model křižovatky

Model křižovatky neobsahuje mikroprocesor, zobrazuje jednotlivé výstupní stavy PLC pomocí LED diod. Lze je ovládat externími moduly tlačítek a přepínačů, které jsou součástí návrhu této práce. [15]

4.4 Hydraulická posuvná jednotka



Obrázek 21. Modul posuvné jednotky

Model simuluje pohyb suportu pomocí deseti LED rozmístěných po celé dráhové délce, z nichž čtyři představují snímače polohy jejichž označení je K1, K2, K3, K4. Pomocí elektromagnetických ventilů EM1, EM2 lze řídit směr toku energie přiváděné do pohonné jednotky a tím ovládat směr pohybu suportu. Ventilem EM3 lze docílit snížení rychlosti pohybu suportu přepouštěním části energie přepouštěcím ventilem zpět do nádrže. [16]

4.5 Inicializační stavy a chybová hlášení

Moduly obsahující mikroprocesor se nastaví do inicializačního stavu vždy po připojení napájení nebo stisknutí tlačítka „RESET“. Moduly generují dva druhy chybových hlášení, opravitelná a neopravitelná. Opravitelná chyba je signalizována blikáním červené LED příslušného modulu. Do původního stavu lze přejít odstraněním některého z kolizních stavů. Neopravitelná chyba je signalizována rozsvícením červené LED, tuto chybu lze odstranit odpojením napájení nebo stisknutím tlačítka „RESET“. Tabulka č.2 popisuje jednotlivé stavy.

Tabulka 4. Možné stavy EDU modelů

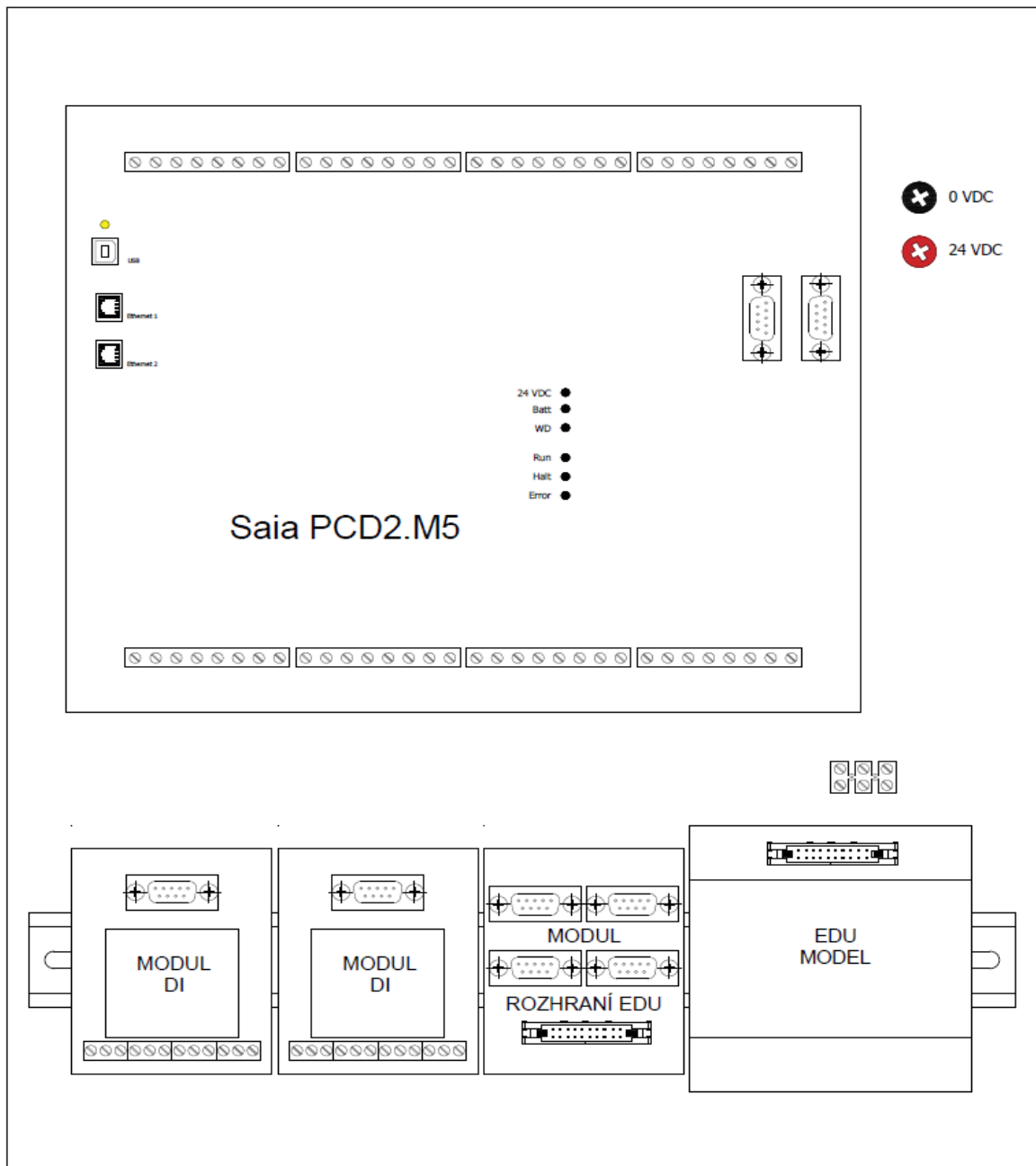
EDU modul	Inicializační stav	Opravitelná chyba	Neopravitelná chyba
Pračka	Prázdný buben, počáteční teplota.	Současný povel otáčení bubnu oběma směry.	Přetečení bubnu, teplota vody > 90 °C.
Mísící jednotka	Všechny nádoby jsou prázdné. Bliká červená LED do sepnutí některého z ventilů.		Přetečení kterékoliv z nádob.
Hydraulická posuvná jednotka	Pozice na snímači K1	Současný povel na EM1, EM2	Přejezd krajního spínače K1, K4

II. PRAKTICKÁ ČÁST

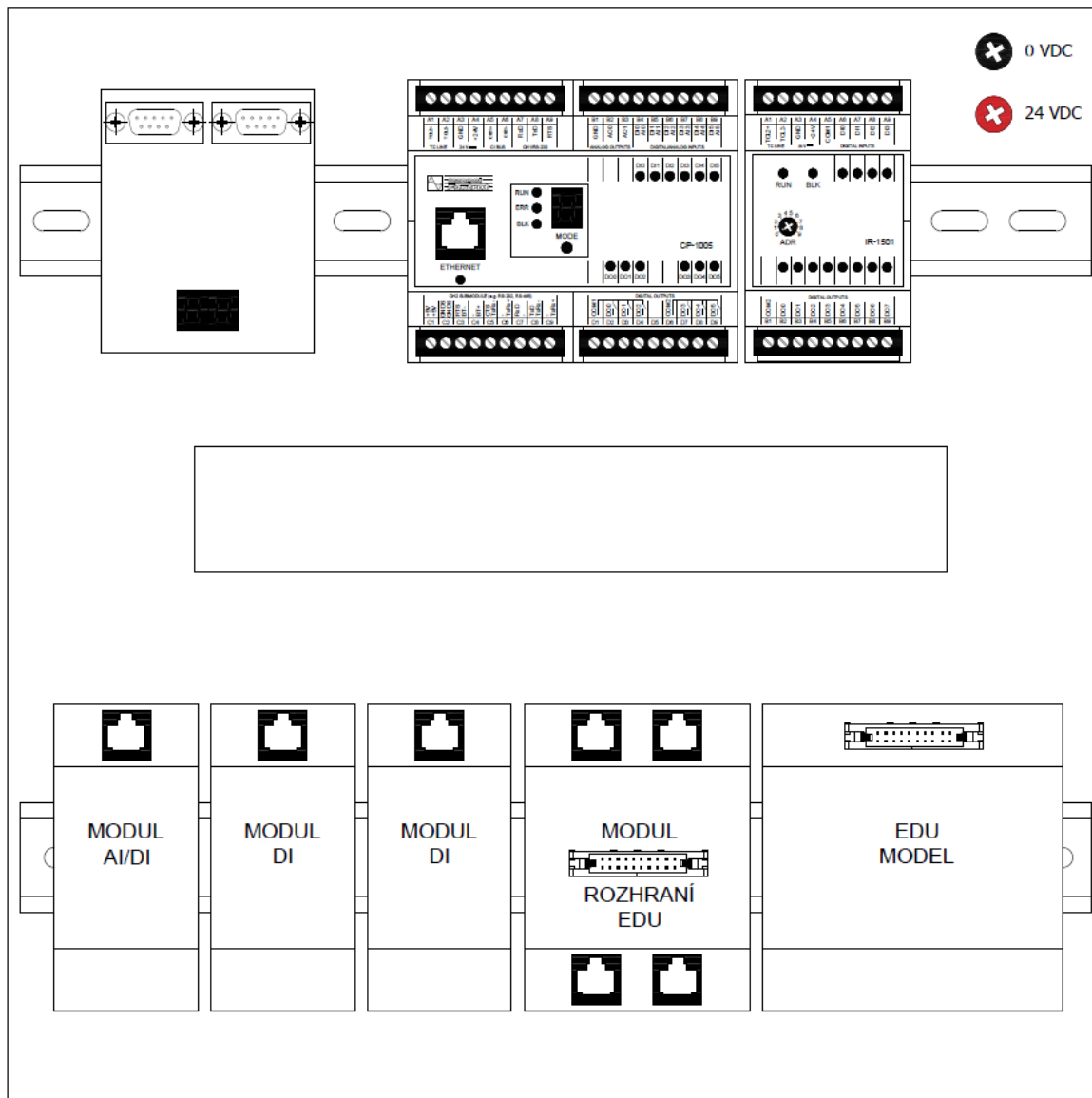
5 HARDWAROVÁ ČÁST

5.1 Současný stav PLC sestav

V současném stavu je v laboratoři deset PLC sestav, tj. deset montážních desek s DIN lištami osazených PLC Tecomat Foxtrot CP-1005, SAIA PCD2 M5 včetně EDU modelů – pračka, křižovatka, mísící jednotka, hydraulická posuvová jednotka, nápojový automat. Sestavy jsou dále vybaveny I/O externími moduly DI, AI/DI a moduly rozhraní. Tyto moduly existují ve dvou verzích, a to s konektory RJ45 a D-SUB DE-9 M.



Obrázek 22 Sestava s PLC SAIA



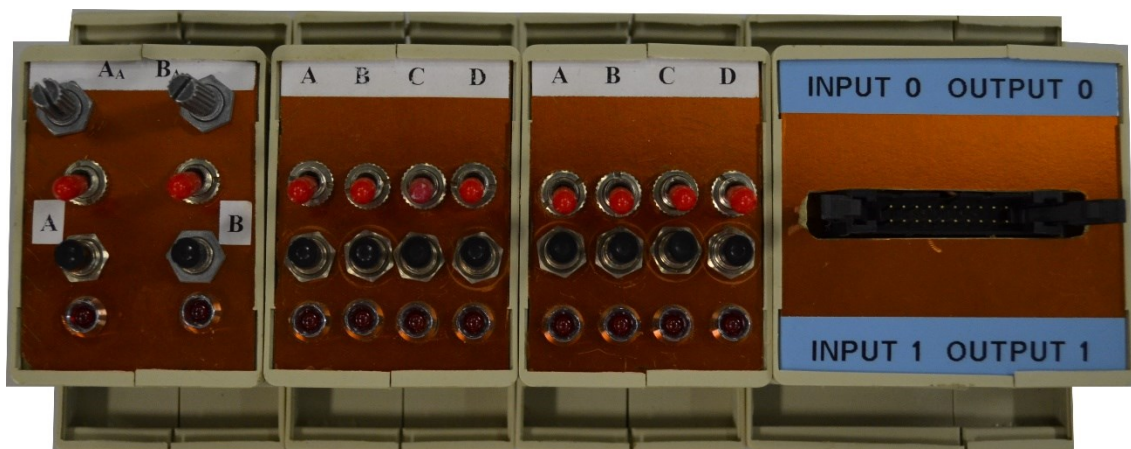
Obrázek 23 Sestava s PLC TECOMAT

Desky jsou napájeny napětím 24 V přivedeným na vstupní banánové svorky 4 mm. Propojení jednotlivých komponentů je různorodé. U sestavy s PLC TECOMAT jsou použity nestíněné více žilové kabely s konektory RJ45 (8 žil-DRÁT), u sestavy s PLC SAIA konektory DE-9M (6 žil-LICNA). EDU modely jsou propojeny s modulem dvaceti žilovým přímým plochým kabelem s IDC konektory. Nevhodně rozvržená pracovní deska omezuje způsob propojení s přístroji umístěnými na horní a dolní DIN liště. Kabely jsou organizovány ne zcela vhodným způsobem, část z nich je vedena přes plastové koryto. Některé spoje jsou vedeny jednotlivými žilami přes provrtanou DIN lištu, což je nevhodné a při manipulaci s vodiči může dojít k poškození izolace nebo přetržení vodiče.



Obrázek 24. Původní stav PLC sestav SAIA(vlevo), Tecomat Foxtrot(vpravo)

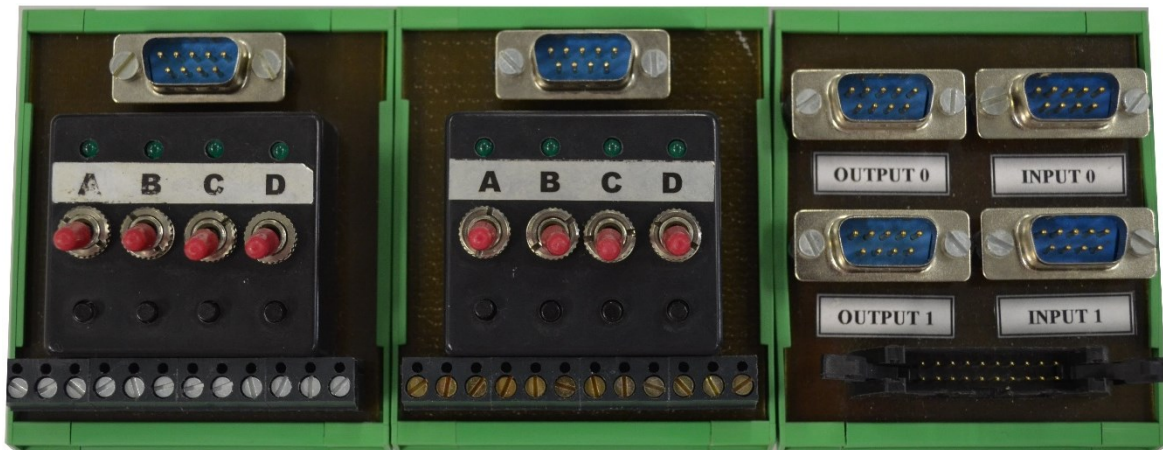
Stav I/O modulů s rozhraním RJ45



Obrázek 25. I/O externí moduly s rozhraním RJ45

I/O moduly součástí sestav s PLC Tecomat Foxtrot jsou ne zcela v dobrém stavu, jelikož jejich realizace nebyla provedena podle představ. Výrobek se skládá ze dvou DPS, z nichž horní tvoří ovládací panel s popisy a spodní DPS obsahující vodivé spoje. Obě DPS jsou uloženy v plastových krabičkách, vybavených úchyty pro snadnou instalaci na DIN lištu. Spoje jsou však mezi jednotlivými součástkami na DPS realizovány pomocí vodičů (drát) a spodní DPS je využita pouze k uchycení konektorů RJ45. Tyto spoje nejsou dostatečně proletovány z důvodu malého manipulačního prostoru. To je příčinou vzniku přechodových odporů a poruchovosti. Při manipulaci s moduly navíc hrozí rozpojení či přetržení těchto vodičů.

Stav I/O modulů s rozhraním D-SUB



Obrázek 26 I/O externí moduly s rozhraním DE-9M

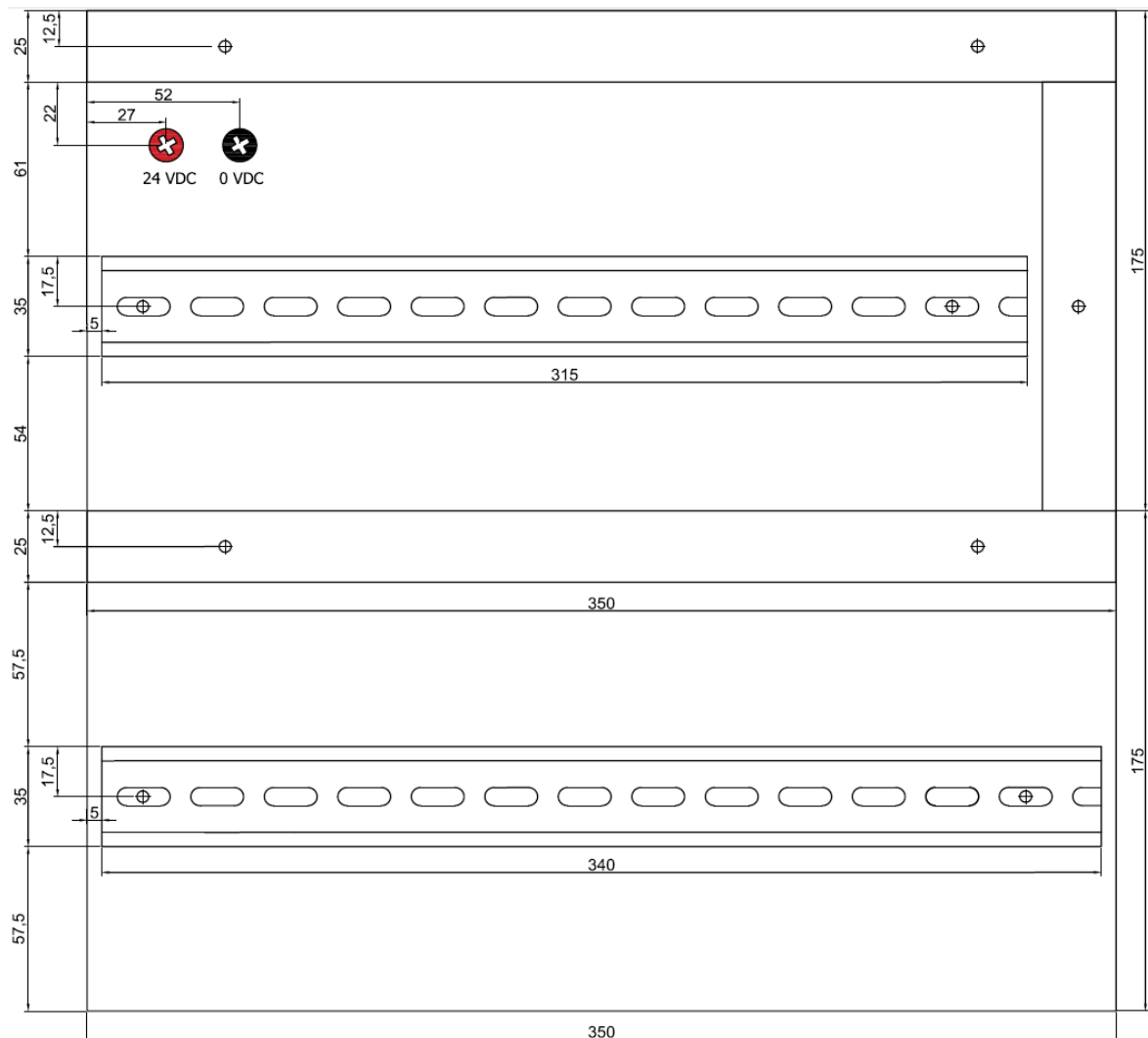
I/O moduly jsou součástí sestav s PLC SAIA. Jedná se o DPS vyrobené fotocestou, osazené příslušnými součástkami, jejichž propojení je realizováno na DPS vodivými cestami. DPS jsou uloženy v plastových pouzdrech, které je možno umístit na DIN lištu. DI modul je navíc vybaven svorkovnicí a plastovým krytem tvořící ovládací panel s popisy. Neexistuje však modul ve variantě AI/DI.

5.2 Návrh PLC sestav

Jedním z úkolů této práce bylo navrhnout a realizovat inovaci stávajících PLC sestav osazených PLC Tecomat Foxtrot a vytvoření nových PLC sestav osazených PLC Siemens řady S7-1200. Podmínkou bylo vyjít ze stávajících PLC sestav z důvodu zaměnitelnosti jednotlivých komponentů. Nejprve bylo nutné vytvořit pracovní desky s DIN lištami rozměrově vycházejících z původních sestav s PLC Tecomat Foxtrot. Jako vzor pro návrh I/O modulů byly zvoleny moduly s konektory DE-9M. Závěrem bylo provedeno osazení a propojení jednotlivých komponentů pomocí nestíněných více žilových kabelů, vytvoření popisů, značení pro přehlednou orientaci při práci s těmito PLC sestavami.

5.2.1 Návrh pracovní desky

Pracovní deska vyrobená z laminátové dřevotřísky je základnou pro PLC sestavy s rozměry 350 x 350 mm a možností upevnění k nosnému rámu. Skládá se ze dvou DIN lišt umístěných nad sebou, na které lze umístit jednotlivé komponenty. Součástí pracovní desky jsou plastové kabelové žlaby, pomocí nichž je docíleno vhodného uspořádání kabelových rozvodů a jejich ochrany. Návrh pracovní desky vypadá následovně:



Obrázek 27. Návrh pracovní desky

Výroba pracovní desky spočívala v řezání laminátové dřevotřísky na požadovaný rozměr, navrtáním DIN lišt, plastových kabelových žlabů a montáží narážecích matic, které slouží pro uchycení desky a banánových konektorů. Bylo vyrobeno celkem čtrnáct pracovních desek, z nichž sedm je určeno pro výrobu sestav osazených PLC Siemens řady S7-1200, zbylých sedm slouží pro inovaci sestav osazených PLC Tecomat Foxtrot CP-1005.



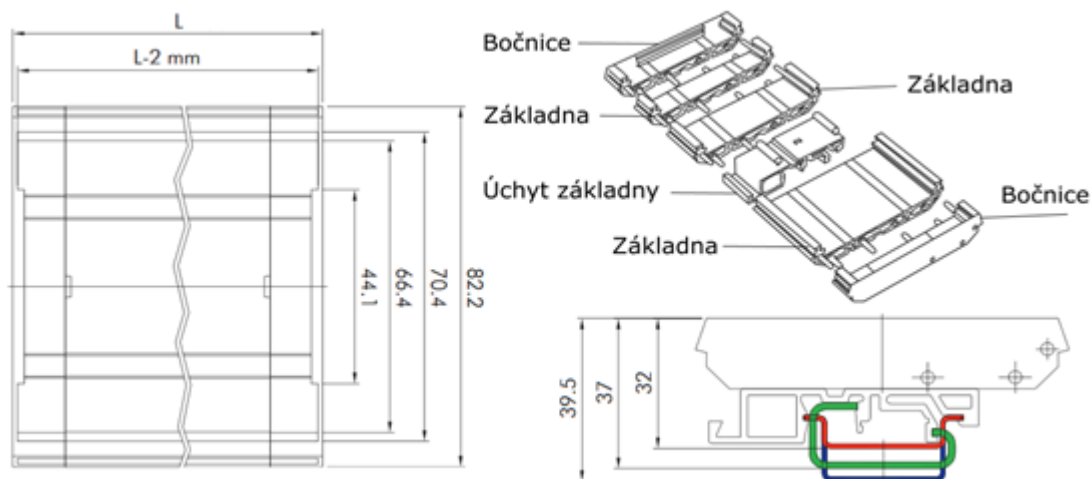
Obrázek 28 Pracovní deska

5.2.2 Návrh I/O modulů

Nezbytnou součástí PLC sestav jsou I/O moduly. Původní PLC sestavy byly vybaveny podpůrnými periferiemi DI, AI/DI modulů, pomocí nichž lze modifikovat běh programu a moduly rozhraní, které umožňují propojení signálů mezi PLC a EDU modely. Jedním z dalších požadavků bylo osadit pracovní desky těmito moduly. Koncepce návrhu vychází z výše zmíněných I/O modulů s konektory DE-9M, přičemž neexistující varianta AI/DI modulu s konektorem DE-9M je novým prototypem. Zde je nutné zmínit, že používané terminologie značení I/O (INPUT, OUTPUT) jsou brány z pohledu PLC.

Plastová pouzdra

Aby bylo možné vyrobené I/O moduly osadit na pracovní desky, byla použita plastová pouzdra Support One M72, jejichž výrobcem je firma Italtronic. Tato série je vhodná pro DPS výšky 72 mm určená pro montáž na DIN lištu, vyrobená ze samozhášivého materiálu. Jedná se o modulární pouzdra, jejichž šířku lze volit volbou profilů viz následující obrázek.



Obrázek 29. Plastová pouzdra Support One M72 [17]

Modul digitálních vstupů DI



Obrázek 30. Modul DI

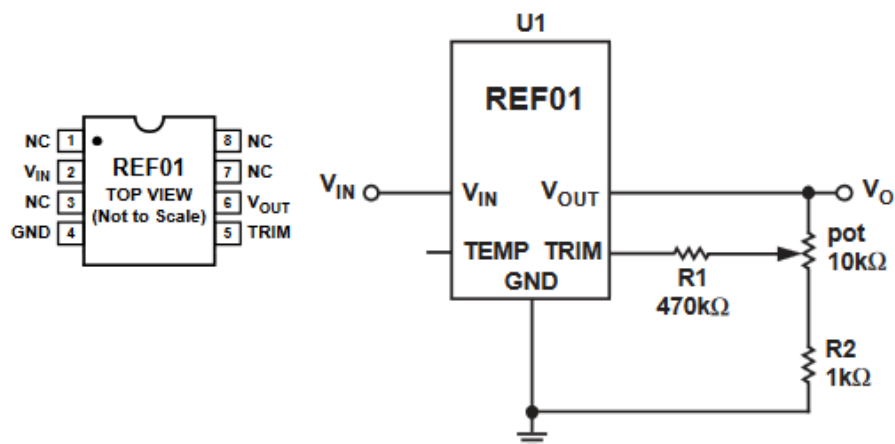
Obvod osazený mikrospínači a tlačítky zapojených paralelně zajišťující spínací funkci, vybaven čtyřmi samostatnými vývody se zakončením v konektoru DE-9M. Pomocí kombinací tlačítek a mikrospínačů je možné získat až 2^4 možných stavů výstupního napětí. Jednotlivé stavy jsou signalizovány pomocí LED diod.

Modul analogových/digitálních vstupů



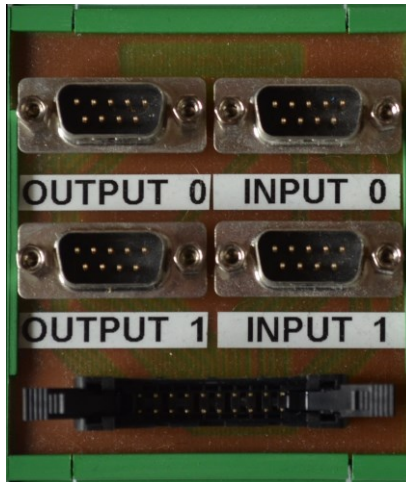
Obrázek 31. Modul AI/DI

Obvod osazený mikrosplínači, tlačítky a potenciometry. Obsahuje čtyři samostatné vývody zakončené v konektoru DE-9M, z nichž dva jsou binární, ovládané pomocí mikrosplínačů a tlačítek stejně jako u modulu DI. Další dva vývody jsou analogové ve standardním unifikovaném napěťovém rozsahu 0–10 V, jejichž výstupní napětí lze měnit pomocí axiálních potenciometrů Ax, Bx. K realizaci stabilního výstupního analogového napětí nezávislého na změně připojené přípustné zátěže, byl použit integrovaný obvod napěťové reference REF01CPZ a jeho zapojení dle dokumentace od výrobce. Při tomto zapojení obvod disponuje možností jemného doladění napětí v rozsahu ± 300 mV na požadovanou hodnotu 10 V pomocí montážního potenciometru umístěného na DPS. Při napájení napájecím napětím 24 V je obvod schopen dodávat výstupní proud $I_L = 20$ mA na výstupu V_{OUT} .



Obrázek 32. Doporučené zapojení REF01CPZ

Modul rozhraní EDU



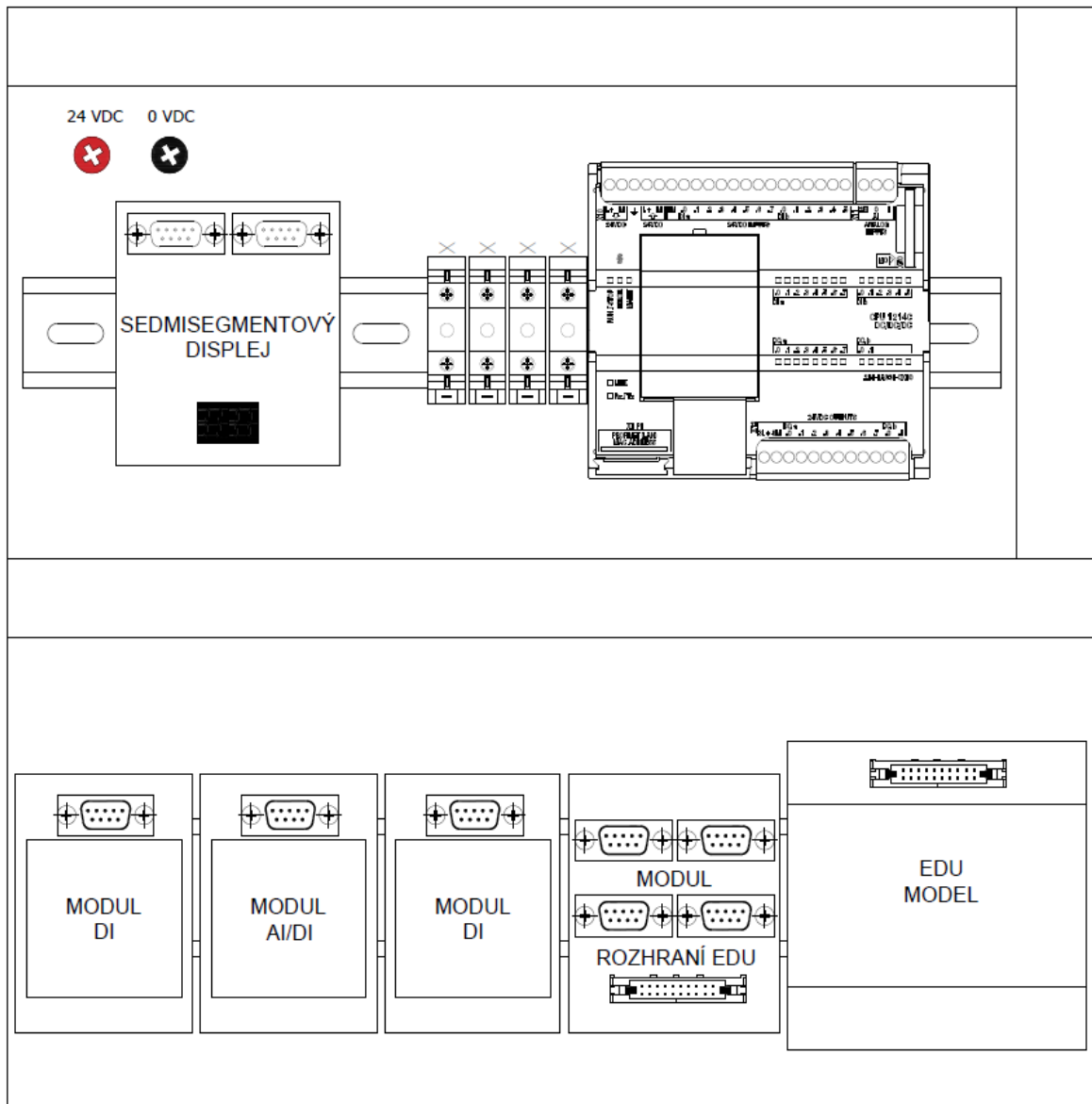
Obrázek 33. Modul rozhraní

Obvod slouží k propojení signálů mezi PLC a EDU modely, současně také zajišťuje napájení EDU modelů. Je vybaven dvaceti pinovým vidlicovým konektorem IDC, který propojuje EDU model a konektory DE-9M pro připojení signálů z PLC pomocí více žilových kabelů. Z konstrukčních důvodů DPS byly u modulů rozhraní zaměněny vstupy „INPUT 0“ a „INPUT 1“ oproti původní verzi I/O modulů, což na funkci nemá žádný vliv.

Celkem bylo vyrobeno 28 DI modulů, 14 AI/DI modulů a 14 modulů rozhraní EDU. Vývoj těchto modulů spočíval v návrhu elektrických obvodů a DPS pomocí softwaru EAGLE, což je editor plošných spojů. Dále výroba DPS a osazení součástek, pájení, čištění, nanesení ochranné vrstvy laku, výroba ovládacího panelu pro AI/DI a DI moduly, zkompletování a umístění do vhodných plastových pouzder a doplnění popisů.

5.2.3 PLC SESTAVA S7-1200

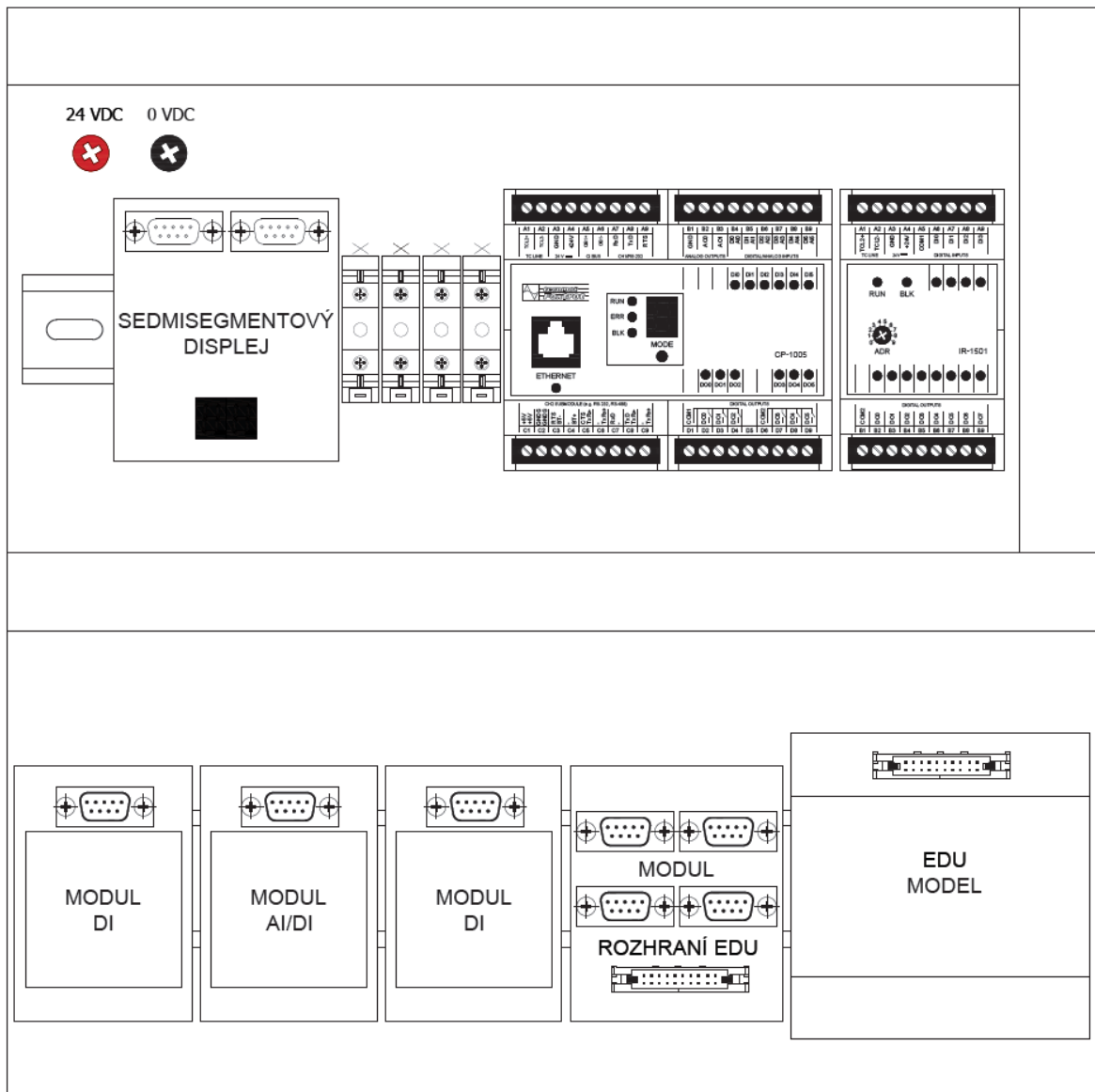
Byla osazena jedna sestava s PLC S7-1200. Kompletní sestava se skládá ze dvou DI modulů, AI/DI modulu a modulu rozhraní EDU. Na horní DIN liště je umístěno PLC S7-1200 CPU1214C se sedmisegmentovým displejem, jenž byl součástí původních sestav s PLC TECOMAT. Řadové svorky usnadňují rozvod napájecího napětí potřebného pro PLC a I/O moduly. K propojení I/O modulů a PLC byly použity osmi žilové stíněné kabely s konektory D-SUB DE-9F s popisy včetně označení jednotlivých použitých žil písmeny „A-H“.



Obrázek 34. PLC sestava S7-1200

5.2.4 PLC SESTAVA TECOMAT CP-1005

Pracovní desky jsou navrženy tak, že je lze osadit jak PLC Siemens S7-1200, tak i PLC Tecomat Foxtrot CP-1005. Inovace původních PLC sestav spočívala v demontáži PLC Tecomat Foxtrot CP-1005 z původních sestav a jeho zpětné montáži do nově vytvořených pracovních desek a propojení s I/O moduly. Rozvod napájení a propojení I/O modulů včetně značení je provedeno obdobným způsobem jako u sestavy s PLC Siemens S7-1200. Celkem byly osazeny dvě původní sestavy, které byly v průběhu této práce testovány v laboratoři programovatelných automatů D303.



Obrázek 35. PLC sestava CP-1005

5.3 Navržené PLC sestavy

Z časových důvodů nebylo možné pokrýt výrobu a inovaci všech požadovaných sestav. Jednotlivé komponenty (I/O moduly, pracovní desky, kabely s popisy) pro výrobu nových sestav s PLC Siemens S7-1200 a inovaci původních sestav s PLC Tecomat Foxtrot CP-1005 jsou však kompletní a připraveny pro montáž. Podrobnější informací hardwarového řešení byly zdokumentovány v příloze P1. Nově vytvořené sestavy lze vidět na následujících obrázcích.

PLC sestava TECOMAT CP-1005



Obrázek 36. PLC sestava CP-1005

PLC sestava SIEMENS S7-1200



Obrázek 37. PLC sestava S7-1200

6 SOFTWAREVÁ ČÁST

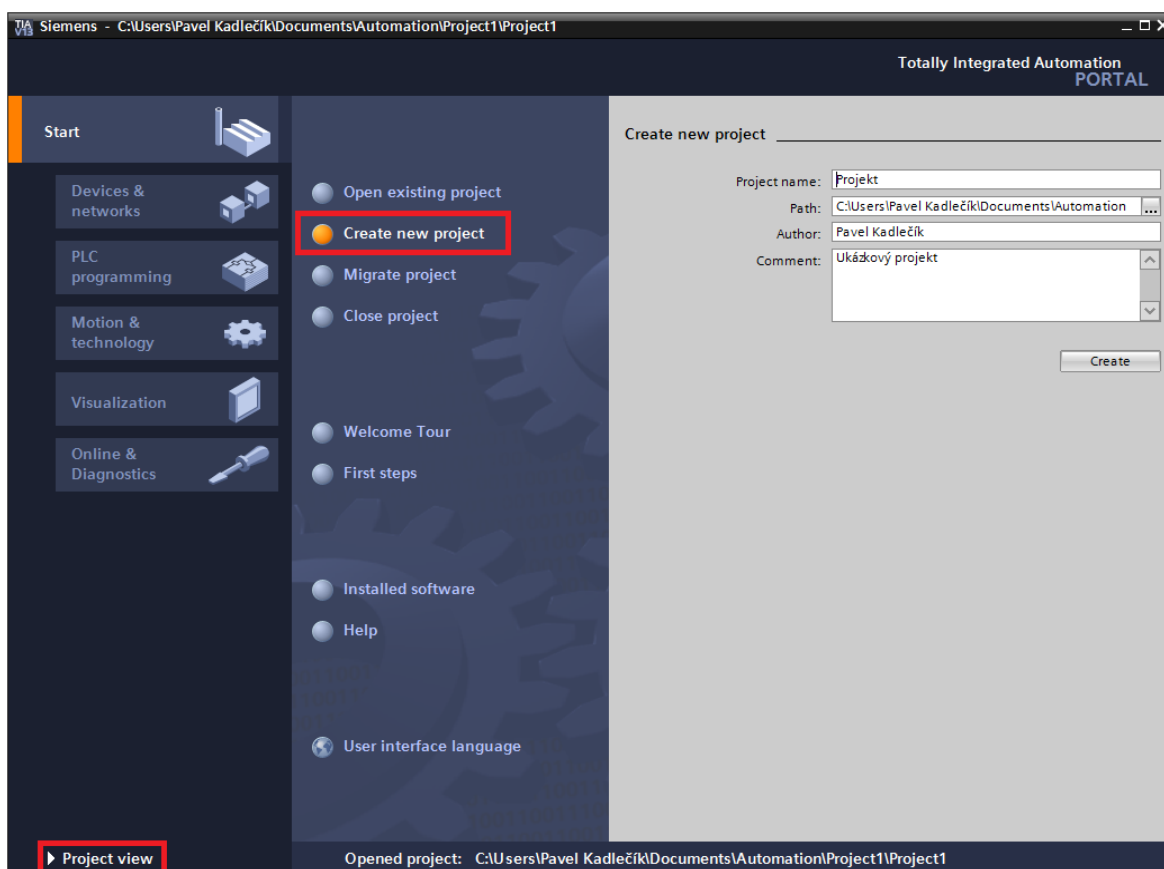
Další z částí této práce je seznámení se s vývojovým prostředím TIA Portal V13 Basic, Control Web 7 a vytvoření ukázkových programů demonstrující možnosti využití programovatelných automatů Siemens S7-1200 na nově vytvořené PLC sestavě. Tato kapitola slouží jako návod při tvorbě aplikačních programů v prostředí TIA portal a Control Web 7. Zdrojové kódy a konkrétní ukázkové příklady byly zdokumentovány v příloze P2.

6.1 Práce s Tia Portal

Instalace softwaru TIA portal je poměrně jednoduchá, před instalací softwaru je třeba si zkontrolovat kompatibilitu s operačním systémem na stránkách výrobce.

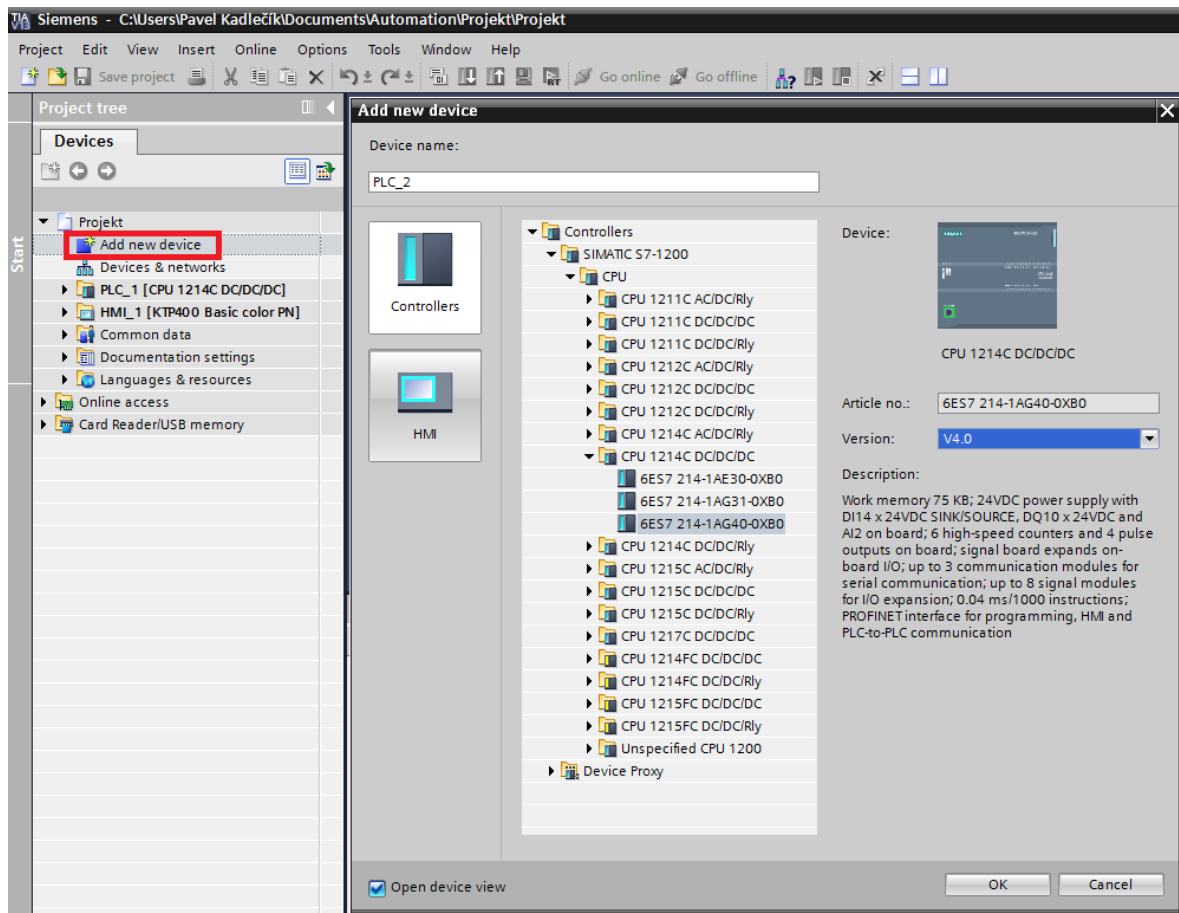
6.1.1 Vytvoření projektu, hardwarová konfigurace

Tvorba projektu se provádí pomocí „Create new project“ po spuštění TIA Portal. Objeví se formulářové okno, do kterého vyplníme název projektu, cestu kde mají být soubory vytvořeny a případně doplníme autora a komentář.



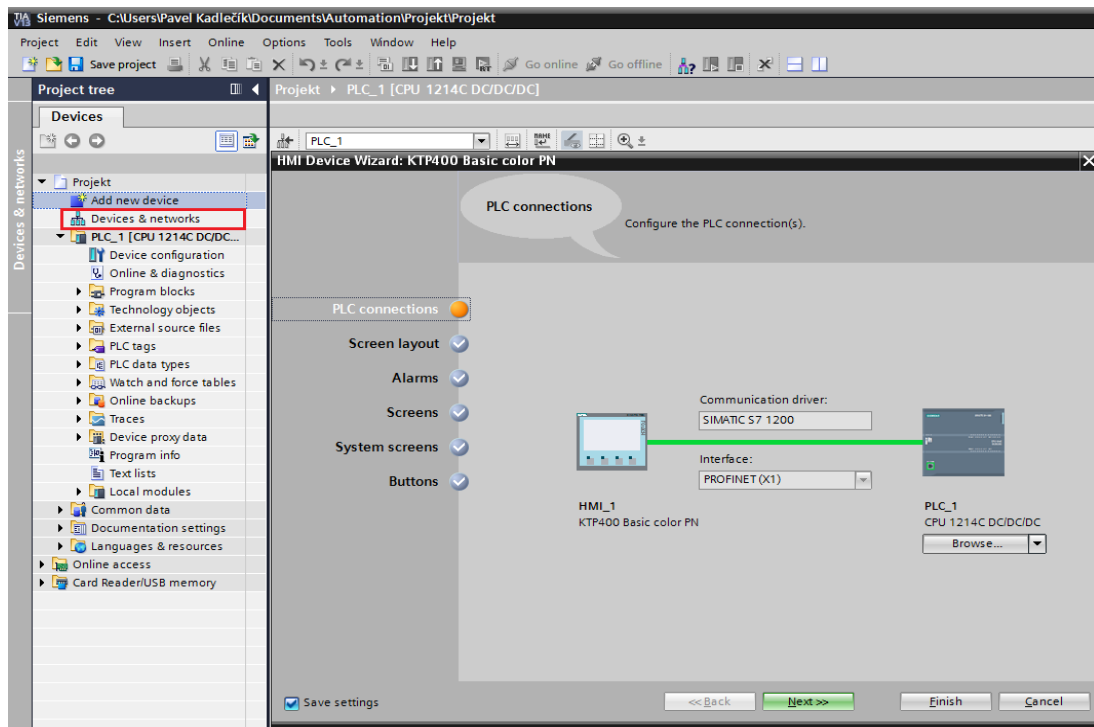
Obrázek 38 Vytvoření projektu

Po vytvoření projektu se přepneme pomocí „Project view“ do prostředí projektu a jako první provedeme hardwarovou konfiguraci zařízení, se kterým budeme pracovat pomocí položky „Add new device“ v okně „Project tree“ vybereme konkrétní typ zařízení, verzi firmwaru v tomto případě PLC CPU 1214C DC/DC/DC (6ES7 214-1AG40-0XB0) verze 4.0, HMI panel vybereme KTP400 Basic PN (6AV6 647-0AK11-3AX0) verze 12.0.0.0.



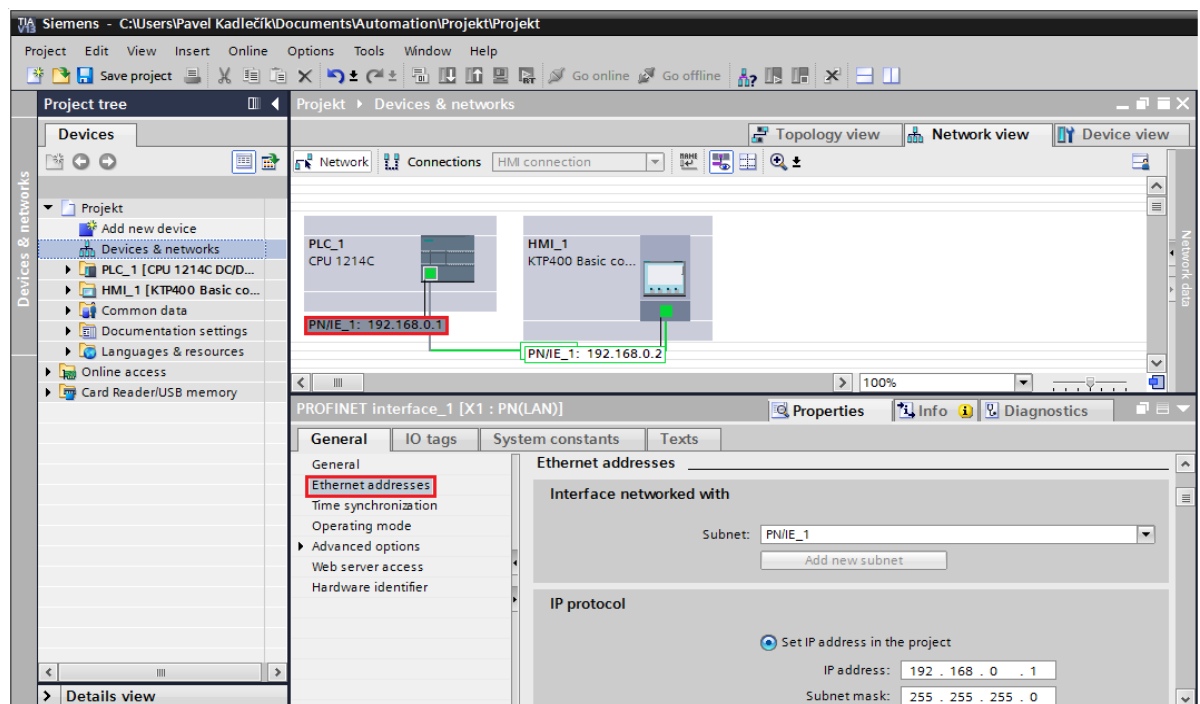
Obrázek 39. Výběr zařízení z katalogu CPU

Po výběru panelu se na obrazovce objeví průvodce nastavení HMI panelu. Je na uživateli, zda použije tohoto průvodce nebo provede nastavení později. Průvodce nám jednoduchou cestou umožní propojit PLC a HMI a vytvoření základní obrazovky. Tímto nastavením vytvoříme síťové připojení mezi PLC a HMI panelem pomocí rozhraní PROFINET, kterým disponují obě dvě zařízení. Průvodce dále umožňuje nastavení rozložení obrazovky, počtu obrazovek, nastavení tlačítek a alarmu. Konfigurace připojení a další nastavení je možné provést přes „Devices & Networks“, tato cesta se však zdá být jednodušší. V našem případě postačí prozatím konfigurace spojení PLC a HMI.



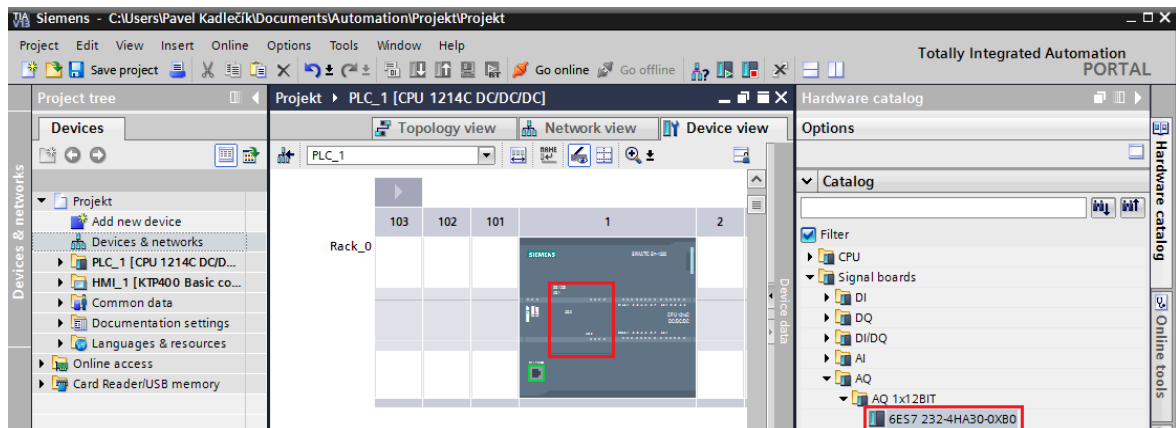
Obrázek 40. Průvodce nastavení HMI panelu

Nyní přichází na řadu položka „Devices & Networks“, kterou si otevřeme a v okně pracovního prostoru si zobrazíme IP adresy jednotlivých zařízení pomocí tlačítka „Show address label“, které lze libovolně upravit dle potřeby v okně inspektoru ve spodní části obrazovky.



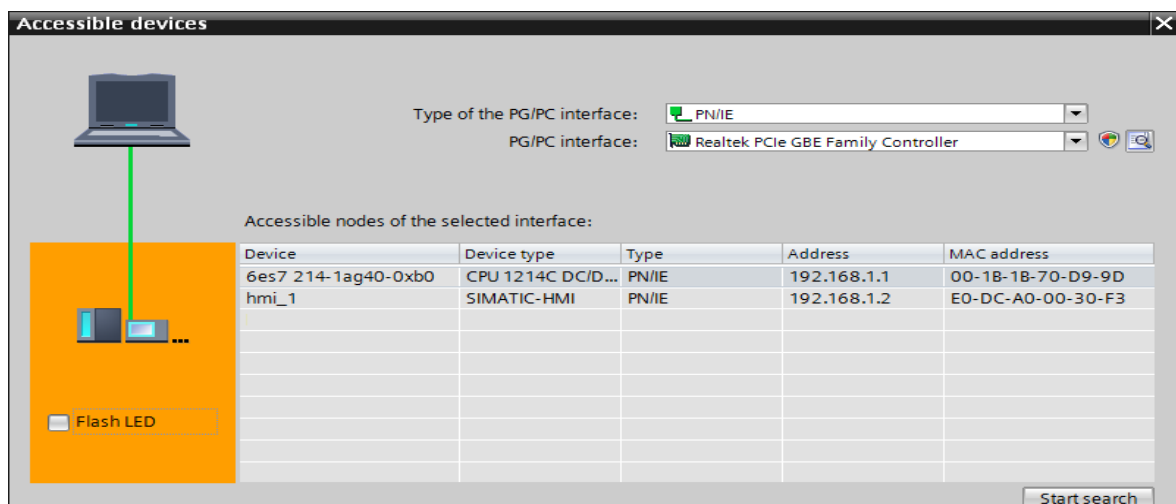
Obrázek 41. Konfigurace IP adresy

Pokud PLC S7-1200 obsahuje některé z výše zmíněných rozšiřujících příslušenství z kapitoly 2.2, je možné rozšiřující příslušenství přidat v okně „Devices & Networks“ dvojklikem na PLC. Tím se nám zobrazí detailnější pohled na příslušné PLC a v pracovní oblasti vybereme skutečné umístění rozšiřujícího modulu a na pravé straně ve správci karet blíže specifikujeme typ rozšiřujícího modulu. V našem případě se jedná o signální analogový modul SB1232 1x AQ ± 10 V, nebo 0 ÷ 20 mA (6ES7 232 - 4HA30-0XB0)



Obrázek 42. Přiřazení signálového modulu

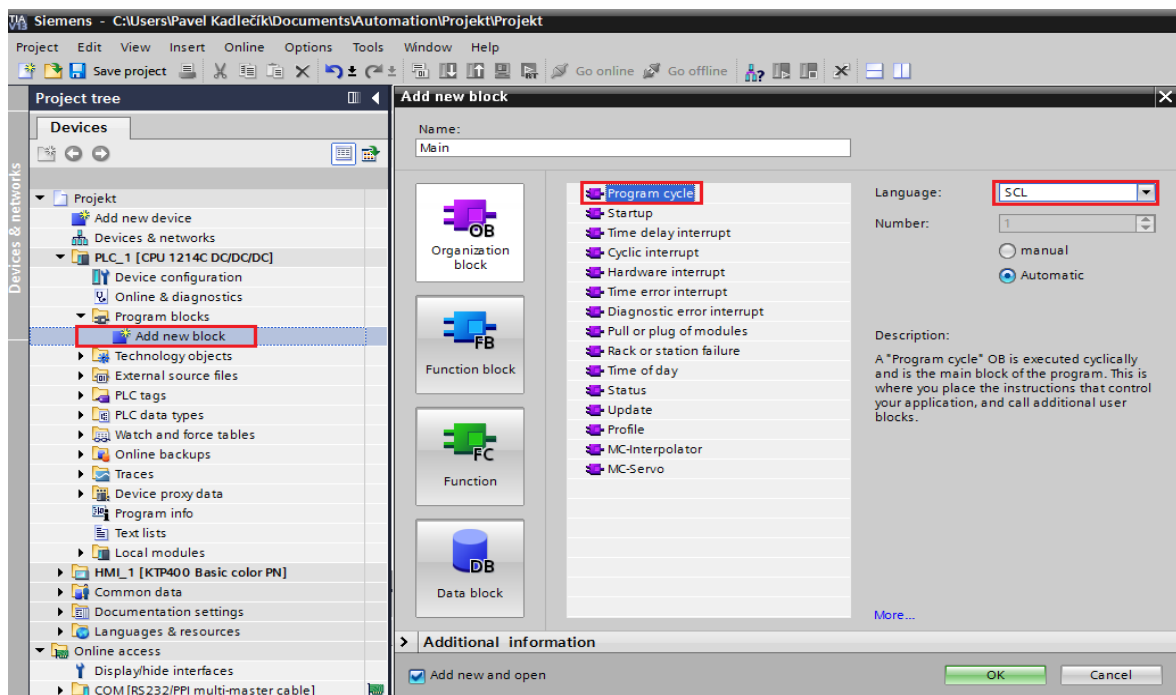
Ověřit připojení mezi PC a PLC je možné provést pomocí tlačítka „Accessible devices“ umístěné v horním panelu nástrojů, pomocí něhož vyvoláme okno, kde nastavíme příslušný typ rozhraní (PN/IE) a síťovou kartu, přes kterou se připojujeme k jednotlivým zařízením. Stisknutím tlačítka „Start search“ se provede skenování zařízení, připojených k příslušnému rozhraní. Po dokončení skenování se v tabulce zobrazí všechny dostupná zařízení včetně jejich přidělených IP adres. Je možné provést také test spojení pomocí blikání LED na panelu PLC či displeje HMI panelu.



Obrázek 43. Dostupná zařízení

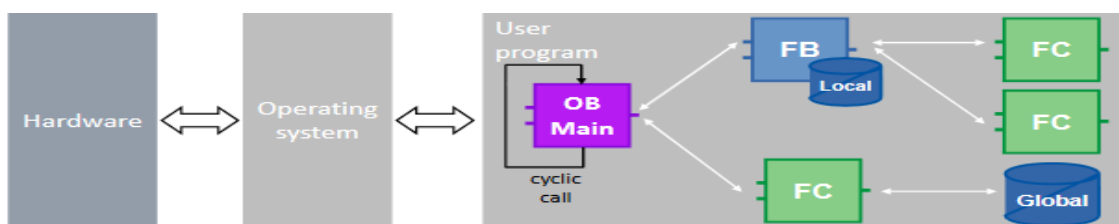
6.1.2 Tvorba aplikace PLC

V nově vytvořeném projektu najdeme pod složkou PLC_1 jednotlivé části programu a softwarové vybavení. Zajímá nás složka „Program blocks“, kde se nachází organizační blok OB1, který je vytvořen automaticky vložením PLC do projektu s výchozím nastavením programovacího jazyka LAD. OB1 je hlavním blokem PLC a je cyklicky volán systémem CPU. Máme možnost volby ze tří programovacích jazyků, přičemž přechod mezi textovými programovacími jazyky a grafickými není povolen. Z toho důvodu při potřebě tvorby programu v jazyku SCL je nutné původně vytvořený blok OB1 smazat např. jeho označením a stisknutím klávesy „Delete“, poté vytvořit nový OB1 pomocí položky „Add new block“ s volbou požadovaného textového jazyka a ze seznamu vybereme „Program cycle“ jak ukazuje následující obrázek.



Obrázek 44. Vytvoření nového bloku

Z obrázku je patrné, že je možné vytvářet nejen organizační bloky, ale i funkční bloky, funkce, a datové bloky jejichž význam bude vysvětlen níže na následující stránce.



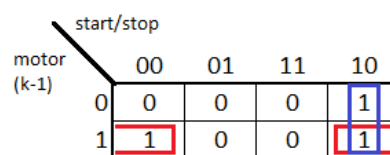
Obrázek 45. Uživatelský program a operační systém [22]

- **Organizační bloky** – Organizačních bloků existuje celá řada. Je to výrobcem předdefinované rozhraní mezi operačním systémem a uživatelským programem. Každý organizační blok má vyhrazené unikátní číslo. Jsou spouštěny pouze operačním systémem na základě specifických událostí např. cyklické zpracování, přerušení v předem definované době podle jednotlivých priorit. Proměnné v OB jsou pouze lokální jejichž hodnoty nejsou předem definovány (nemusí být nulové).
- **Funkční bloky** – Jsou bloky kódu, které mají přiřazeny vlastní instanční datové bloky (paměťové oblasti), sloužící pro uchování proměnných, jejichž hodnoty jsou přístupné i poté co byl funkční blok vykonán. Mohou být volány vícekrát s různými parametry. Lze například volat jeden funkční blok s různými datovými bloky.
- **Funkce** – Hlavním rozdílem mezi funkcí a funkčním blokem je, že funkce neobsahuje paměťovou oblast jako funkční bloky, ale pouze dočasnou lokální paměť, jejichž data obsažená v této paměti při jejím dokončení zanikají. Chceme-li uchovat výsledek operace funkce, musíme tento výsledek přiřadit do globální paměti.
- **Datové bloky** – Používají se pro uložení uživatelských dat, jejichž velikost je omezena pracovní pamětí CPU. Existují dva druhy datových bloků. Již výše zmíněné instanční datové bloky a globální datové bloky, do kterých lze přistupovat z kteréhokoliv bloku kódu. Instanční bloky jsou pevně přiřazeny k funkčním blokům a struktura je dána rozhraním funkčních bloků.

Po vytvoření nového bloku OB1 je možné psát první program. Vytvoříme si jednoduchý program pro ovládání motoru z jednoho místa pomocí tlačítek „Start“, „Stop“ se samodržným kontaktem. Pravdivostní tabulka vypadá následovně.

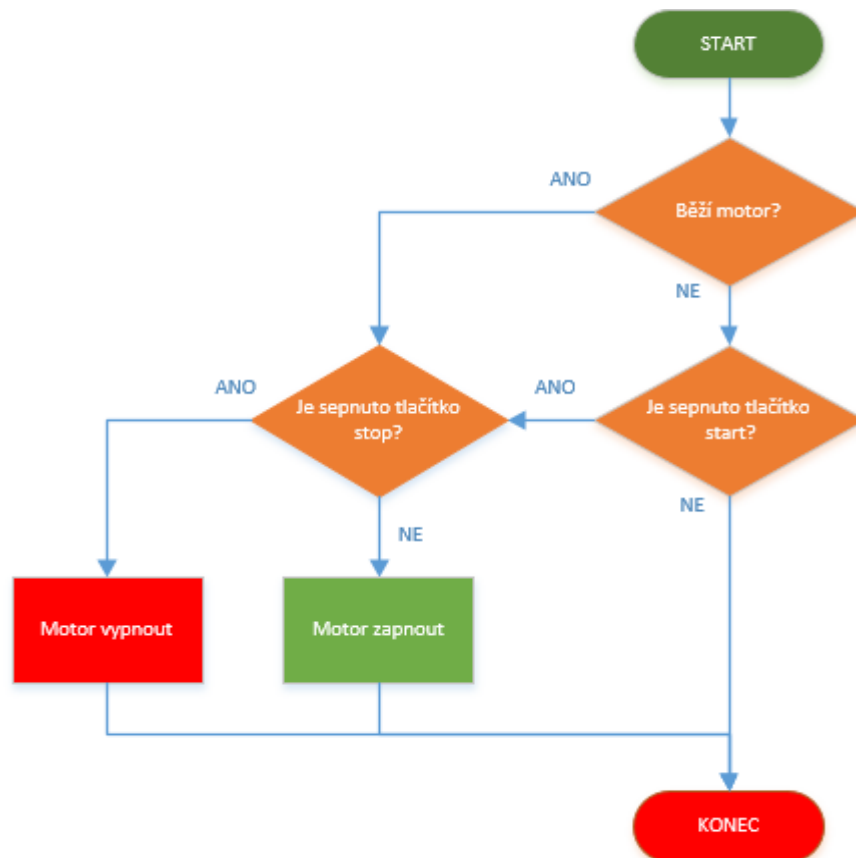
Tabulka 5. Pravdivostní tabulka, minimalizace funkce

start	stop	motor (k-1)	MOTOR (k)
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0



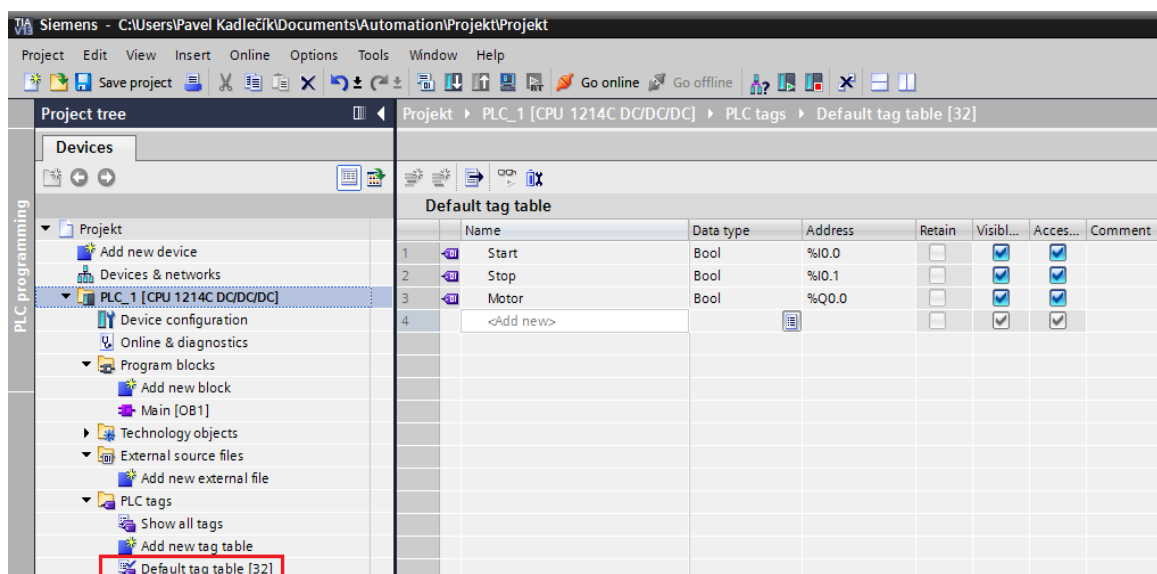
$$MOTOR(k) = \overline{stop} \cdot (start + motor(k - 1))$$

Motor (k-1) má význam předchozího stavu (minulého kroku PLC cyklu) motoru. Výsledná logická funkce je minimalizována pomocí Karnaugovy mapy. Vývojový diagram níže popisuje chování programu.



Obrázek 46. Vývojový diagram

Než přejdeme k tvorbě programu, vyplníme si tabulku symbolických proměnných (tagů), tedy symbolickému operandu přiřadíme jméno, na které se pak odkazujeme snáze při tvorbě programu. Tabulku tagů si můžeme vytvořit vlastní nebo použít výchozí, kterou najdeme v okně „Project tree“ pod složkou „PLC tags“ pod názvem „default tag table“.



Obrázek 47. Tabulka symbolických proměnných (tagů)




V tabulce jsme vytvořili symbolické proměnné datového typu boolean. Proměnným „Start“, „Stop“ jsme přiřadili adresy vstupů I0.0 a I0.1 a proměnné „Motor“ adresu výstupu Q0.0. Na takto vytvořené symbolické proměnné se lze v kódu odkazovat přímo pomocí uvozovek, které kompilátoru řeknou, že se jedná o symbolický zápis operandu. Nakonec jsme do OB1 zapsali následující kód.

```
IF "Stop" <> TRUE AND ("Start" = TRUE OR "Motor" = TRUE) THEN // Start motoru
    "Motor" := TRUE;
ELSE // Stop motoru
    "Motor" := FALSE;
END_IF;
```

Kompilace a první nahrání programu včetně hardwarové konfigurace do PLC se provede pomocí označení složky PLC_1 v „Project tree“ a následným stisknutím tlačítka „Download to device“ umístěného v horním panelu nástrojů.

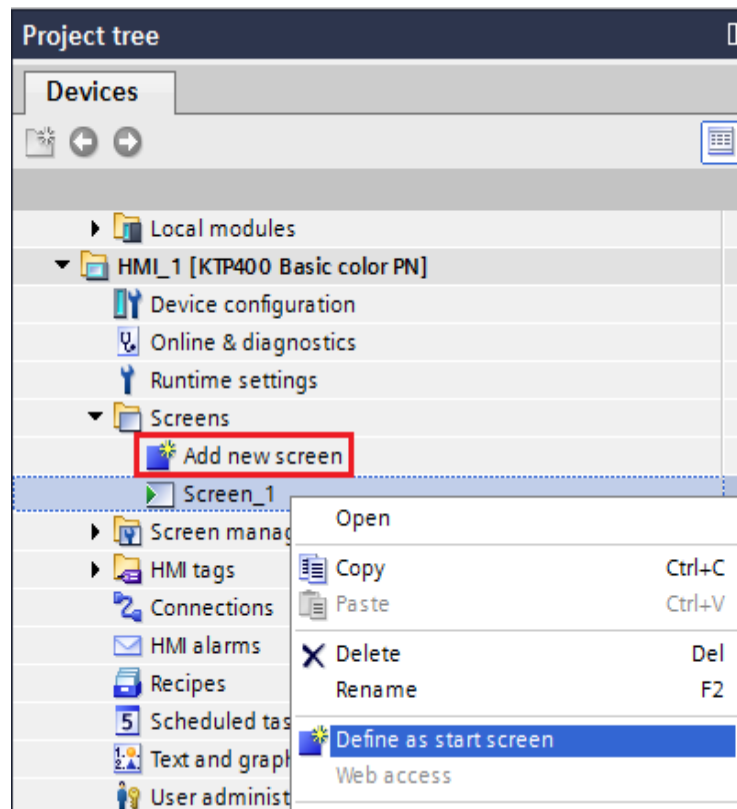
6.1.3 HMI panel

V této části budeme pracovat s HMI panelem, který máme již nakonfigurován a rozšíříme si zadání tak, že budeme moci ovládat motor z tohoto panelu. Nejprve si upravíme tabulku tagů a symbolickým proměnným „Start“ a „Stop“ změníme identifikátor operandu z I0.0, I0.1 na M0.0 a M0.1, čímž využijeme jednobitovou paměťovou oblast v PLC nazývanou „Merker“.

Default tag table							
	Name	Data type	Address	Retain	Visibl...	Acces...	Comment
1	 Start	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	 Stop	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	 Motor	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

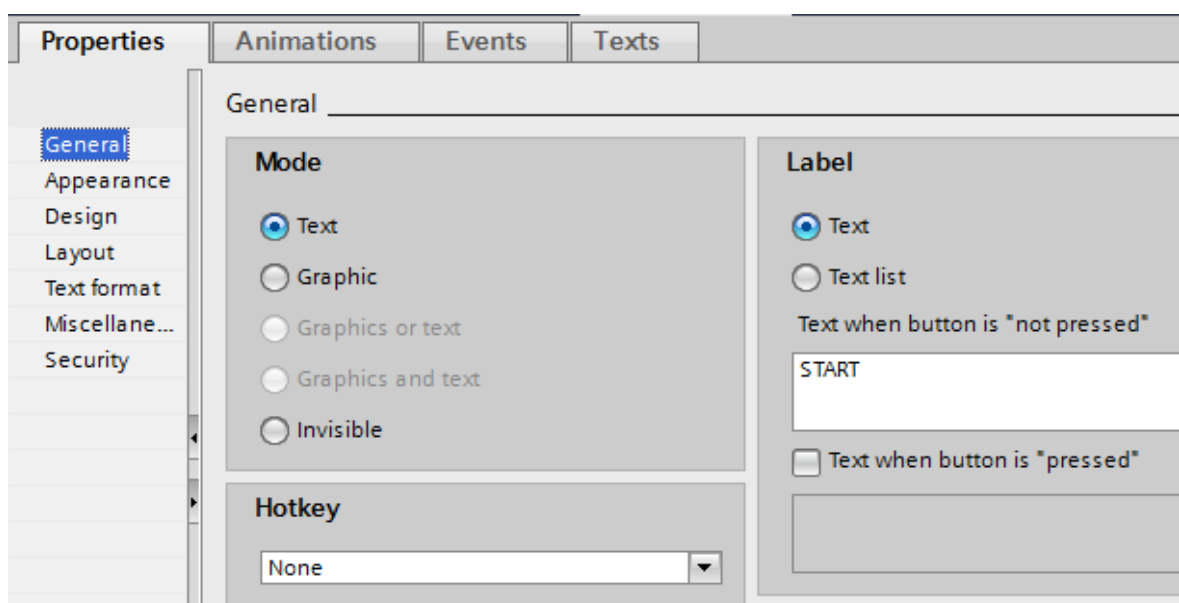
Obrázek 48. Tabulka symbolických proměnných pro HMI

V okně „Project tree“ zvolíme složku našeho panelu HMI_1, dále rozbalíme složku „Screen“, kde najdeme výchozí obrazovku „Root screen“. Po zvolení této obrazovky se nám v pracovním prostoru objeví okno s příslušnou obrazovkou včetně okna „ToolBox“ na pravé straně, které využijeme při tvorbě naší obrazovky. Protože výchozí obrazovka obsahuje některé prvky z předpřipravených šablon, které nebudeme využívat, smažeme původní obrazovku označením a klávesou „Delete“. Vytvoříme si novou obrazovku pomocí položky „Add new screen“ a nastavíme ji jako úvodní obrazovku, která se zobrazí jako první při spuštění HMI panelu pomocí kliknutí pravého tlačítka myši na nově vytvořenou obrazovku a volbou „Define at start screen“. Po této volbě se u ikony obrazovky v okně „Project tree“ zobrazí zelená šipka oznamující, že se jedná o startovací obrazovku.



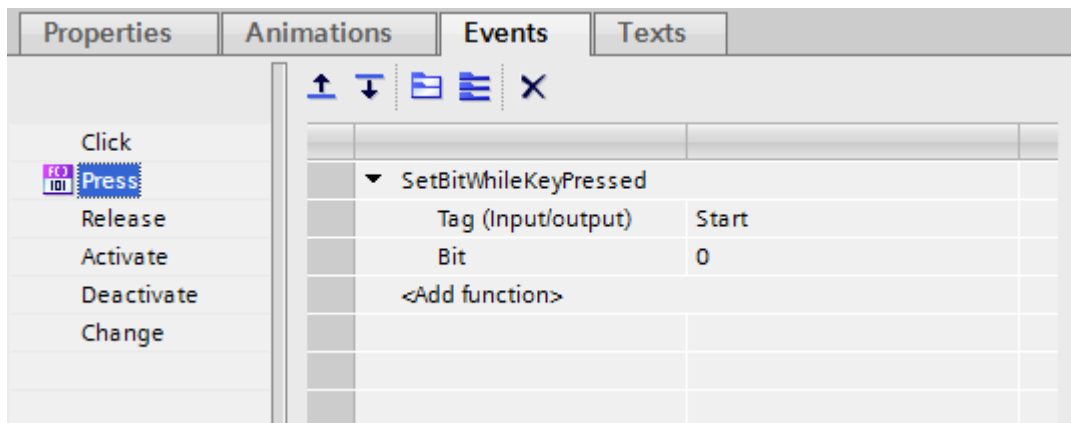
Obrázek 49. Tvorba obrazovek pro HMI panel

Když máme vytvořenou obrazovku, použijme nástroje z okna „Toolbox“ a ze záložky „Elements“ vybereme tlačítko „Button“ a nakreslíme ho dvakrát na obrazovku panelu. Vybereme ze záložky „Basic object“ kružnici „Circle“ a přetáhneme ji na obrazovku. Na obrazovce si vybereme jedno z tlačítek a v okně inspektoru v záložce „Properties“ vybereme položku „General“ a v okně „Label“ změním popis tlačítka na „START“.



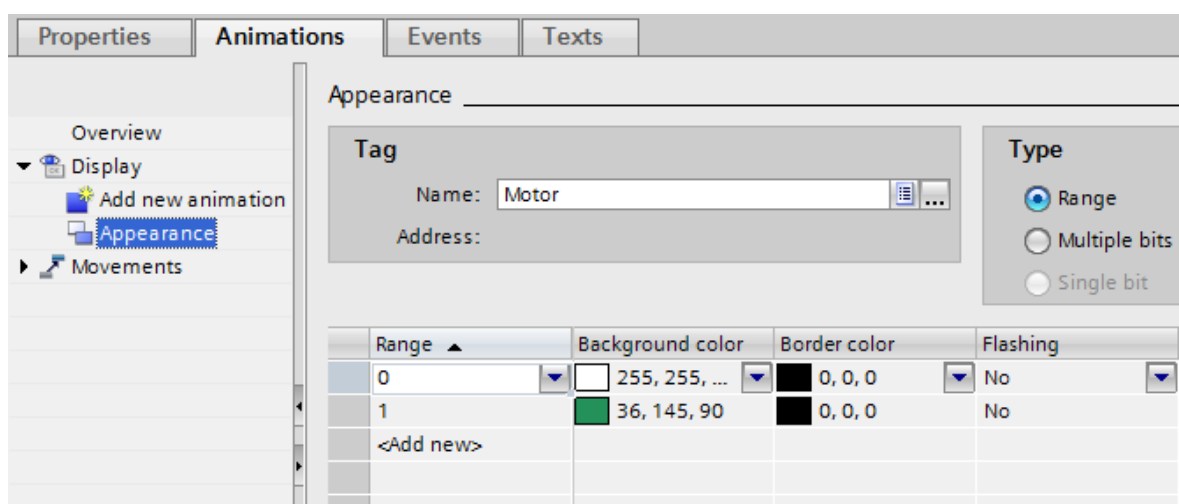
Obrázek 50. Změna popisu tlačítka

Přidáme tlačítku událost na kliknutí tak, že se přepneme do záložky „Events“, kde vybereme položku „Press“ a přiřadíme ji funkci „SetBitWhileKeyPressed“ a v řádku „Tag“ přiřadíme symbolickou proměnnou „Start“



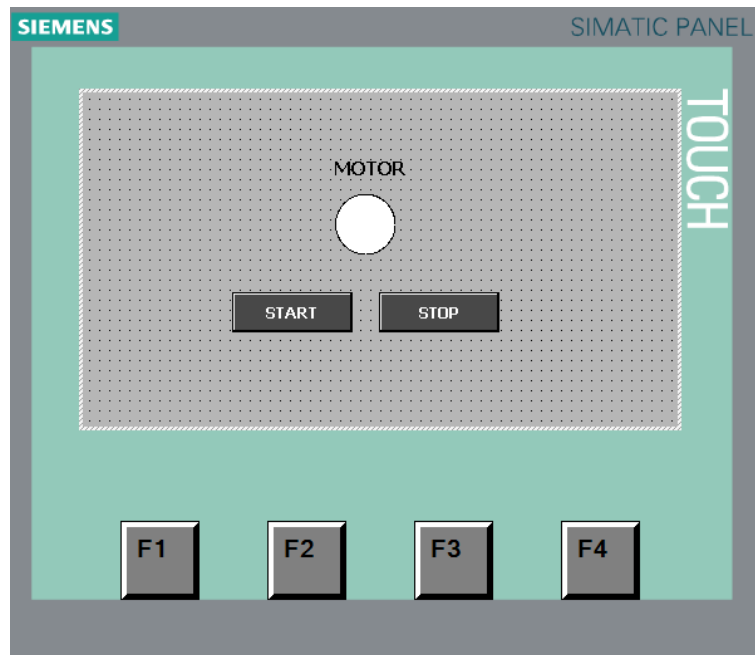
Obrázek 51. Vytvoření události při stisknutí tlačítka

Stejným způsobem provedeme nastavení tlačítka „STOP“ s tím rozdílem, že budeme chtít nastavit proměnnou „Stop“ na logickou jedničku při stisku tlačítka. V poslední části budeme zobrazovat stav motoru pomocí signalizace, vložením objektu „Circle“ na obrazovku panelu, kterému nastavíme v záložce „Animation“ vzhled pro příslušné stavy proměnné „Motor“. V záložce „Animation“ vybereme „Add new animation“ a následně „Appearance“, kde nastavíme položce „Tag“ symbolickou proměnnou „Motor“ a tabulce níže zvolíme barvy pro hodnotu logické 0 a 1.



Obrázek 52. Nastavení vzhledu objektu kružnice

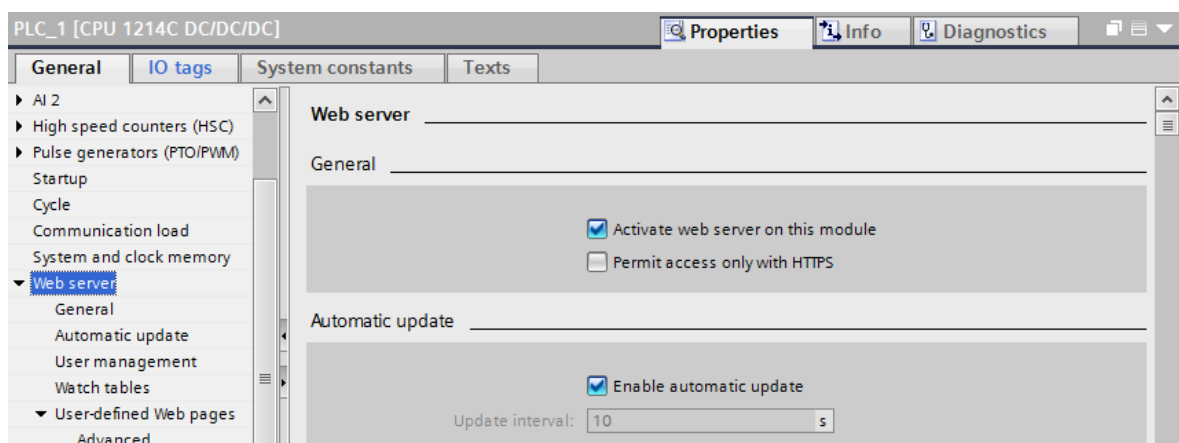
Nyní je možné nahrát program do panelu HMI. Musíme nahrát také upravený program i do PLC, protože jsme upravovali tabulku symbolických proměnných.



Obrázek 53 Návrh obrazovky pro HMI panel

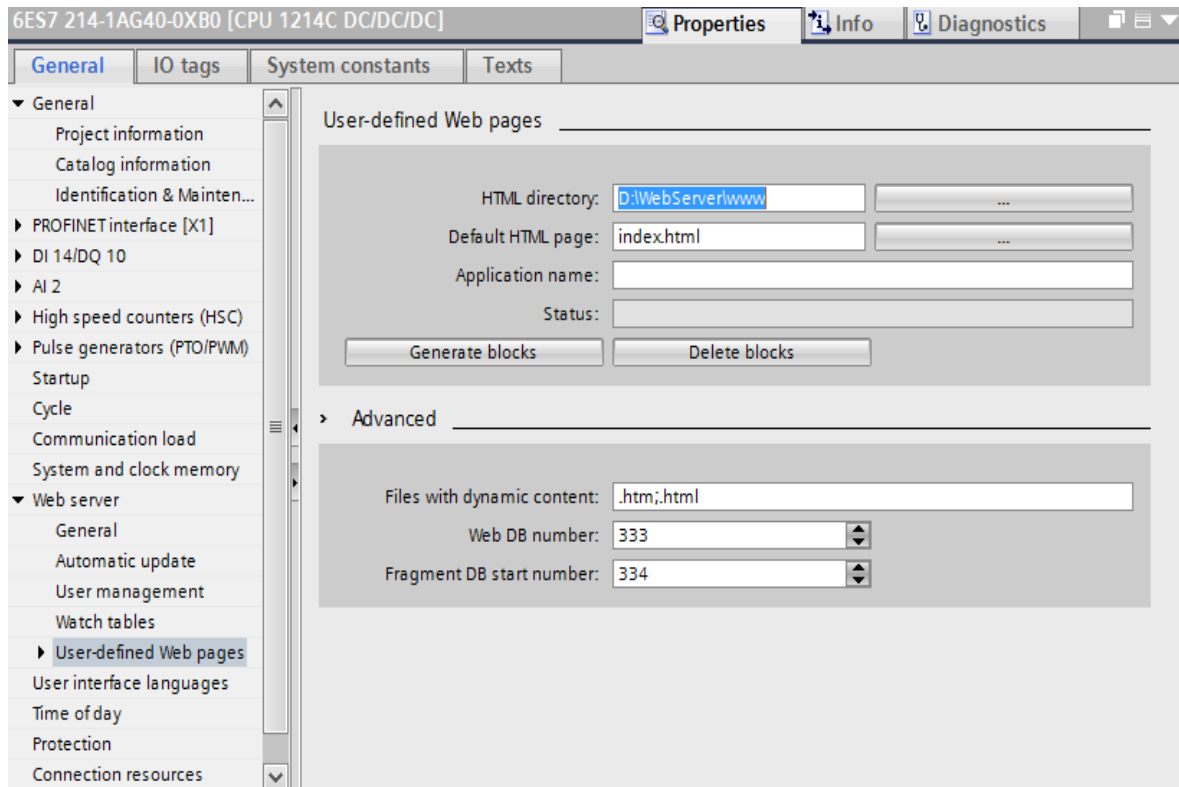
6.1.4 Web server

V této kapitole si rozšíříme úlohu, kde si vytvoříme vizualizaci pomocí webového serveru, kterým disponuje jednotka CPU 1214C. Aby bylo možné webový server využívat, musíme ho nejprve aktivovat ve vlastnostech PLC. V „Project tree“ klikneme na položku „Device configuration“ našeho PLC a dole v okně inspektoru se přepneme na záložku „General“ v níž se nachází položka „Web server“ ve které aktivujeme webový server, zabezpečení pomocí protokolu HTTPS není nyní nutné.



Obrázek 54. Aktivace webového serveru

Dále si musíme nastavit cestu k souborům pro webový server. V tomto případě se bude jednat „D:\WebServer\www\“. Cestu nastavíme v položce „User-defined Web pages“ vyplněním formuláře, kde zadáme výše zmíněnou cestu kořenového adresáře.



Obrázek 55. Nastavení cesty k www souborům

Nyní si vytvoříme soubor, který pojmenujeme Index.html. Tento soubor vytvoříme pomocí libovolného textového editoru a umístíme ho do kořenového adresáře „www“. K tvorbě použijeme značkovací jazyk HTML5, JavaScript a AWP příkazy, které se zapisují formou komentářů, pomocí nichž můžeme přistupovat k datům v PLC z HTML. Kód vypadá následovně:

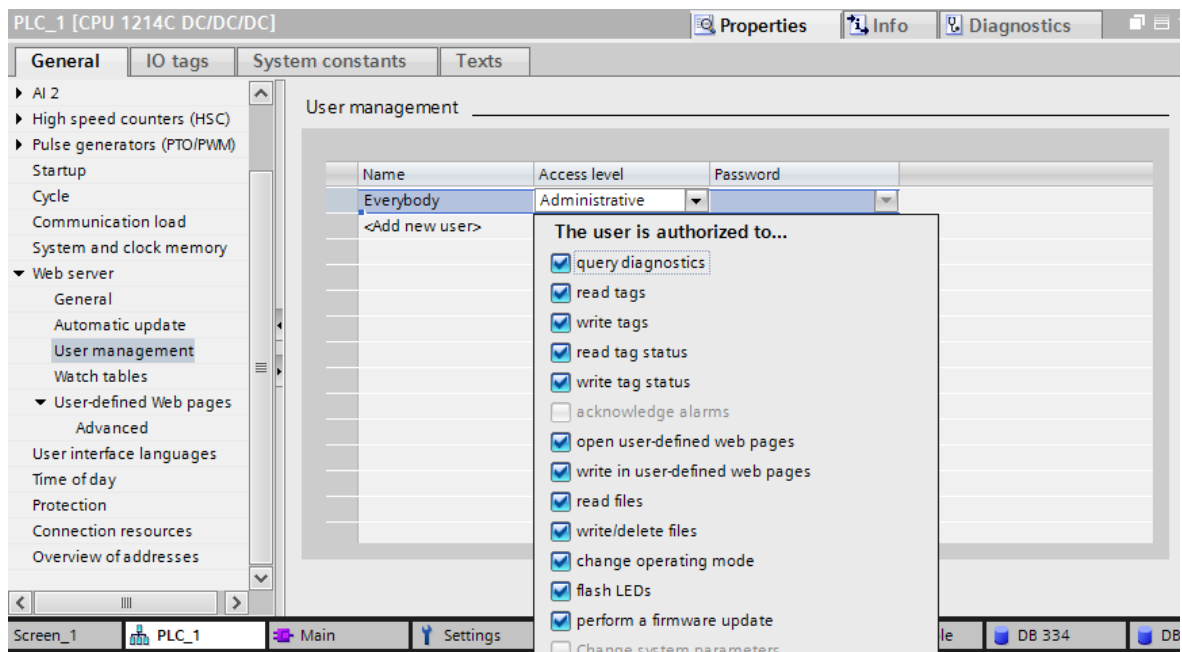
```
<!-- AWP_In_Variable Name='Start' -->
<!-- AWP_In_Variable Name='Stop' -->
<!-- AWP_Out_Variable Name='Motor' -->

<!DOCTYPE HTML>
<html style="width: 100%; height: 100%;">
<head>
<meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=UTF-8">
<!-- Automatická obnova stránky po 10s -->
<meta http-equiv="Refresh" content="10">
<title>Ovládání motoru</title>
</head>
```


Jakmile je soubor umístěn v adresáři, vrátíme se do prostředí Tia Portal a stiskneme tlačítko „Generate blocks” (viz obrázek 55), které nám vygeneruje datový blok pro webový server, jehož výchozí číslo je 333. Aby webový server mohl fungovat, musíme přidat do OB1 na první řádek instrukci WWW, která inicializuje webový server v CPU a provádí synchronizaci uživatelsky definovaných stránek s uživatelským programem v CPU. Jejím argumentem je právě vytvořený datový blok 333 a návratovou hodnotou je hodnota typu integer, tzn., že si musíme vytvořit v tabulce symbolických proměnných proměnnou např. s názvem „return_value“. Zápis instrukce bude vypadat takto:

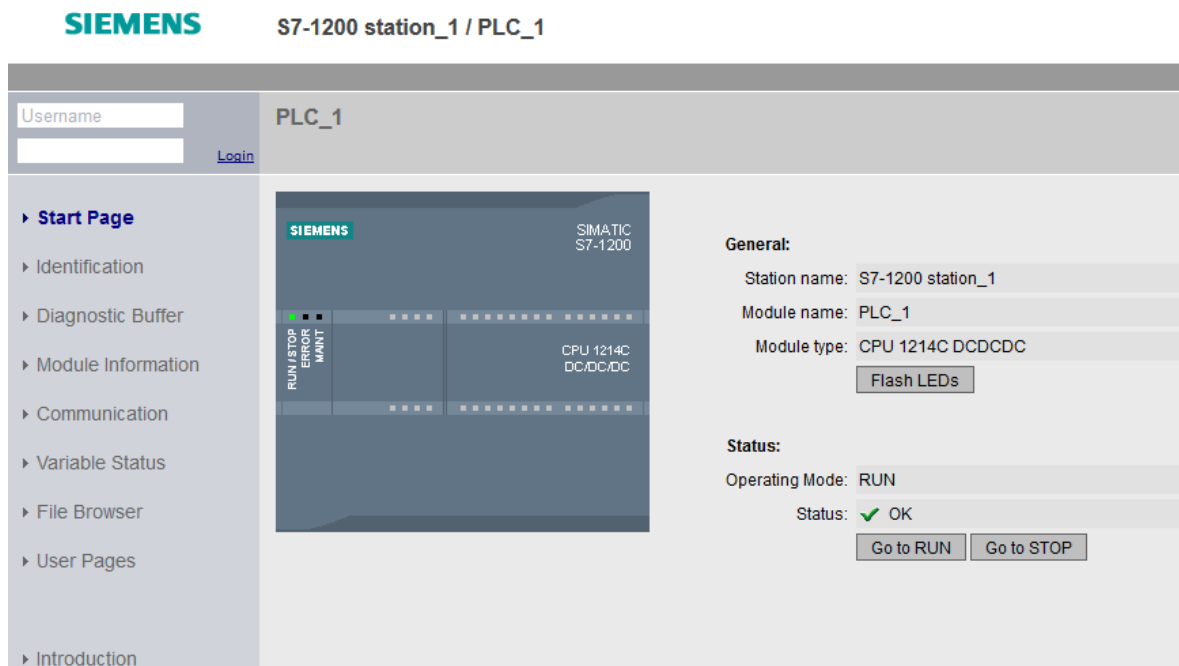
```
"Return_value" := WWW(CTRL_DB := 333);
```

Abychom se pro prohlížení uživatelsky definovaných stránek nemuseli přihlašovat kvůli oprávnění zápisu a čtení, lze pomocí správce uživatelů nastavit různá oprávnění a uživatele. Poté můžeme nahrát program do PLC. Položku správce uživatelů můžete vidět na dalším obrázku.



Obrázek 56. Nastavení oprávnění

V dalším kroku ověříme, zda je webový server funkční. Otevřeme si libovolný internetový prohlížeč a zadáme URL adresu ve formě http://IP adresa PLC, v tomto případě http://192.168.1.1, při použití zabezpečeného připojení https://192.168.1.1. Poté se zobrazí úvodní stránka webového serveru s odkazem „Enter“, který nás přesměruje na domovskou stránku, odkud budeme moci přistoupit na naši vytvořenou webovou stránku.



Obrázek 57. Domovská stránka webového serveru.

Pokud máme požadované oprávnění, můžeme přistoupit k odkazu „User Pages“, přes který se dostaneme na naši webovou stránku vypadající následovně:

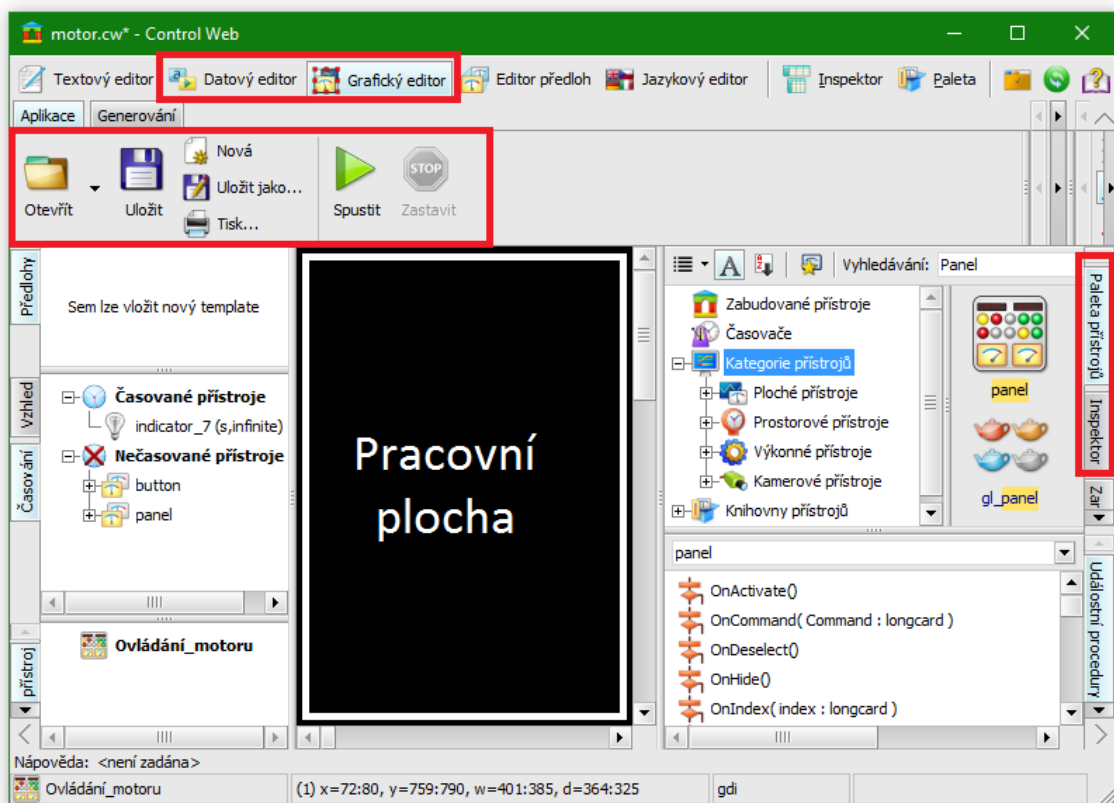


Obrázek 58. Uživatelská stránka

Červený rámeček mění barvu dle stavu proměnné „Motor“ (Q0.0). Tlačítka „Start“, a „Stop“ zapínáme či vypínáme motor. Při stisknutí tlačítka „Start“ se nastaví logická 1 v proměnné „Start“(M0.0) a logická 0 v proměnné „Stop“(M0.1). Stisk tlačítka „Stop“ provede totéž, ale s opačnou logikou.

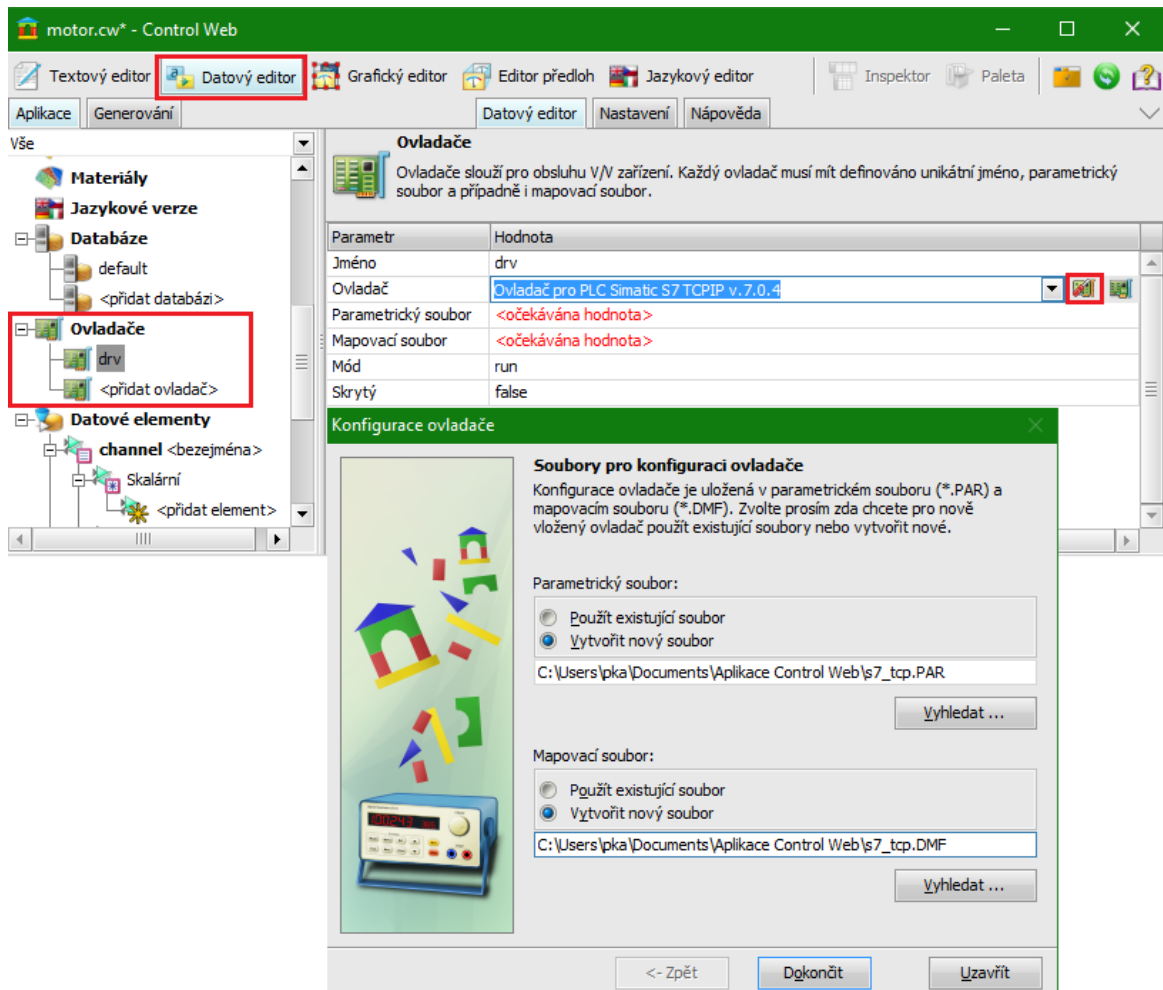
6.1.5 Control Web 7

Poslední úkol, který provedeme je vizualizace pomocí softwaru Control Web 7. Pro spojení mezi S7-1200 a systémem Control Web 7, je nutné mít také nainstalován ovladač od výrobce. Systém Control Web 7 existuje ve dvou provedeních a to základní (nemá žádná omezení) a verze Express, která nemá kromě omezeného počtu objektů žádné další omezení funkčnosti systému. Pro tvorbu aplikace budeme používat základní vývojovou verzi s ovladači Simatic S7 TCP/IP. Na obrázku níže jsou vyznačeny části aplikace, které budeme při tvorbě používat. Podrobnější informace o nástrojích, lze získat v dokumentaci, která je součástí instalace.



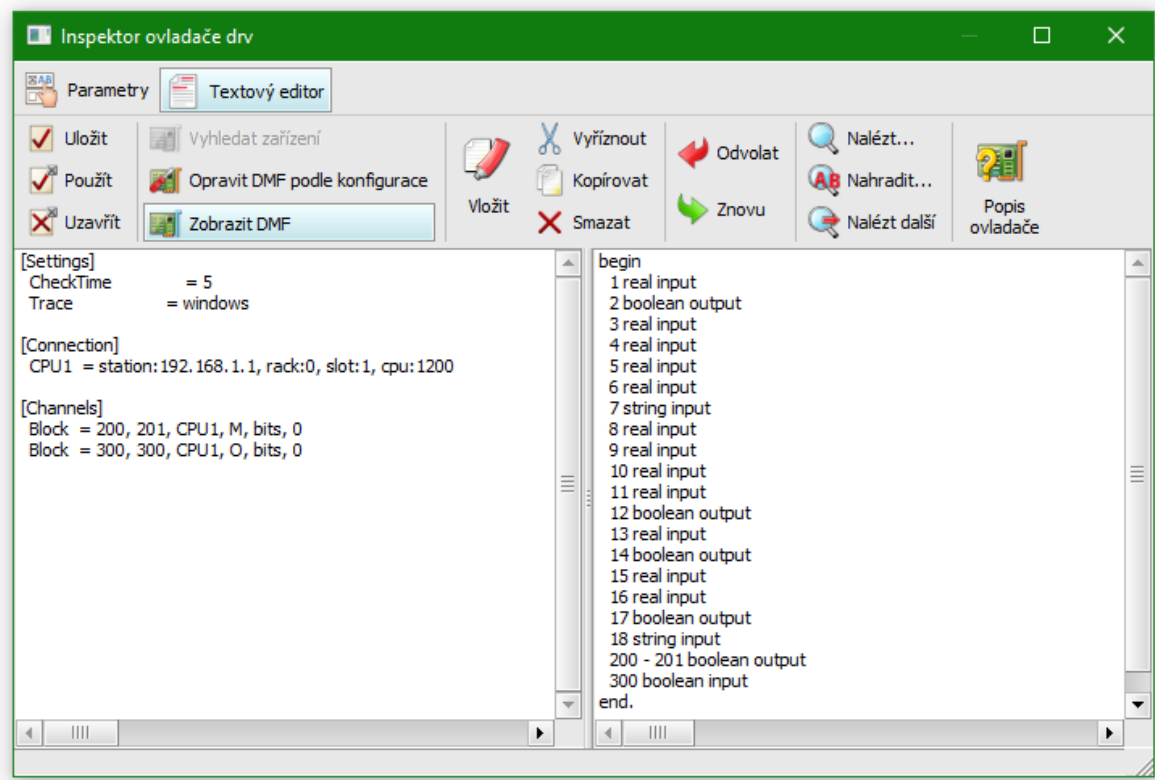
Obrázek 59. Prostředí Control Web 7

V paletě aplikace klikneme na tlačítko „Nová“, kde zvolíme „Vytvořit novou aplikaci“. Po stisku „OK“ se otevře okno „Průvodce novou aplikací“, kde si aplikaci pojmenujeme např. „motor“, zvolíme umístění souboru a stiskneme tlačítko „Dokončit“. Tím se vytvoří soubor „motor.cw“. Pak přejdeme ke konfiguraci ovladače. V liště nástrojů vybereme položku „Datový editor“, poté se nám zobrazí její stromová struktura, kde si přidáme ovladač pomocí „Ovladače> přidat ovladač“ pojmenujeme si ho „drv“.



Obrázek 60. Konfigurace ovladače

Klikneme na položku konfigurovat ovladač v tabulce na řádku „Ovladač“ umístěnou vpravo. Zobrazí se nám okno s nabídkou použití, či vytvoření nového parametrického a mapovacího souboru, kde zvolíme vytvořit nový a ponecháme jim výchozí název. Nyní musíme oba soubory (s7_tcp.PAR, s7_tcp.DMF) nadefinovat v okně „Inspektor ovladače“, které se nám zobrazí po stisknutí tlačítka „Dokončit“. Konfiguraci lze provést jak v grafickém editoru pomocí parametrizace, tak v textovém. V tomto případě zvolíme textový editor. K pochopení celé problematiky je nutné však prostudovat podrobněji dokumentaci k příslušnému ovladači. Nyní se zaměříme na konkrétní užití a parametrizaci ovladače pro náš jednoduchý případ a ukážeme si strukturu těchto dvou souborů.



Obrázek 61. Okno inspektoru pro konfiguraci souborů ovladače

Okno je rozděleno na dvě části z nichž levá část je editační okno parametrického souboru s7_tcp.PAR a pravá část pro mapovací soubor s7_tcp.DMF. Parametrický soubor obsahuje 3 sekce: Settings, Connection, Channels, jejichž význam si nyní popíšeme:

Sekce Settings:

- **CheckTime** – parametr udává prodlevu v sekundách pro další pokus o navázání spojení v případě, že se s PLC nekomunikuje. Implicitní nastavení je 20 sekund.
- **Trace** – Zapnutí trasovacích výpisů komunikace do ladícího okna systému Windows

Sekce Connetion:

```
[Connection]
<Id> = station:<Adr>, rack:<N>, slot:<N>, cpu:<N>
```

- **ID** – Identifikátor spojení, který se použije v sekci [Channels], libovolný řetězec 32 znaků.
- **Adr** – adresa PLC, pro komunikace přes Ethernet se jedná o IP adresu.
- **N** – celočíselná hodnota
- **CPU** – slouží k identifikaci rozlišení řady PLC Siemens

Pro PLC S7-1200 jsou hodnoty rack, slot buď 0,0 nebo 0,1. Tyto informace naleznete v projektu TIA portal v „Device configuration -> General“ ve vlastnostech PLC.

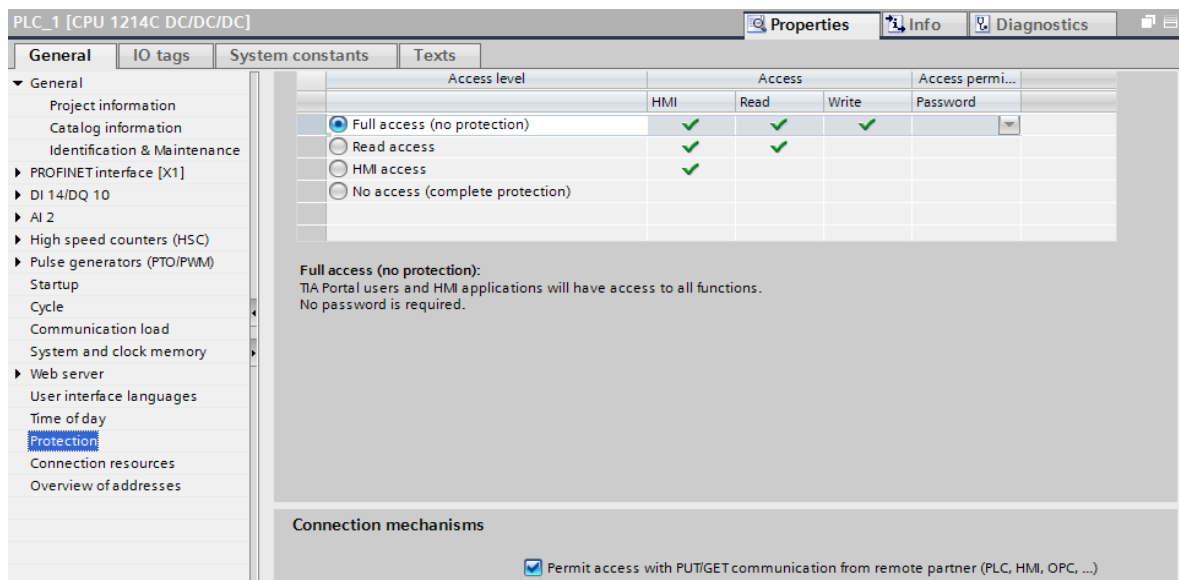
Sekce Channels:

[Channels]

Block = <From>, <To>, <Con>, <Area>, <Type>, <Adr>

- **Block** – úsek dat definován intervalem, identifikátorem spojení, datovou oblastí v PLC, datovým typem a počáteční adresou dané oblasti paměti.
- **From, To** – definuje interval kanálu
- **Con** – identifikátor spojení ze sekce Connection
- **Area** – kód datové oblasti v PLC, v tomto případě jsou dostupné D(datablock), M(Merker), I(vstupy), O(výstupy), T(časovače), C(čítače)
- **Type** – určuje datový typ oblasti (sbit, bits, bool8, uint8, string, atd.)
- **Adr** – adresa počáteční datové oblasti po bytech, pouze typy T, C mají délku 2 byte.

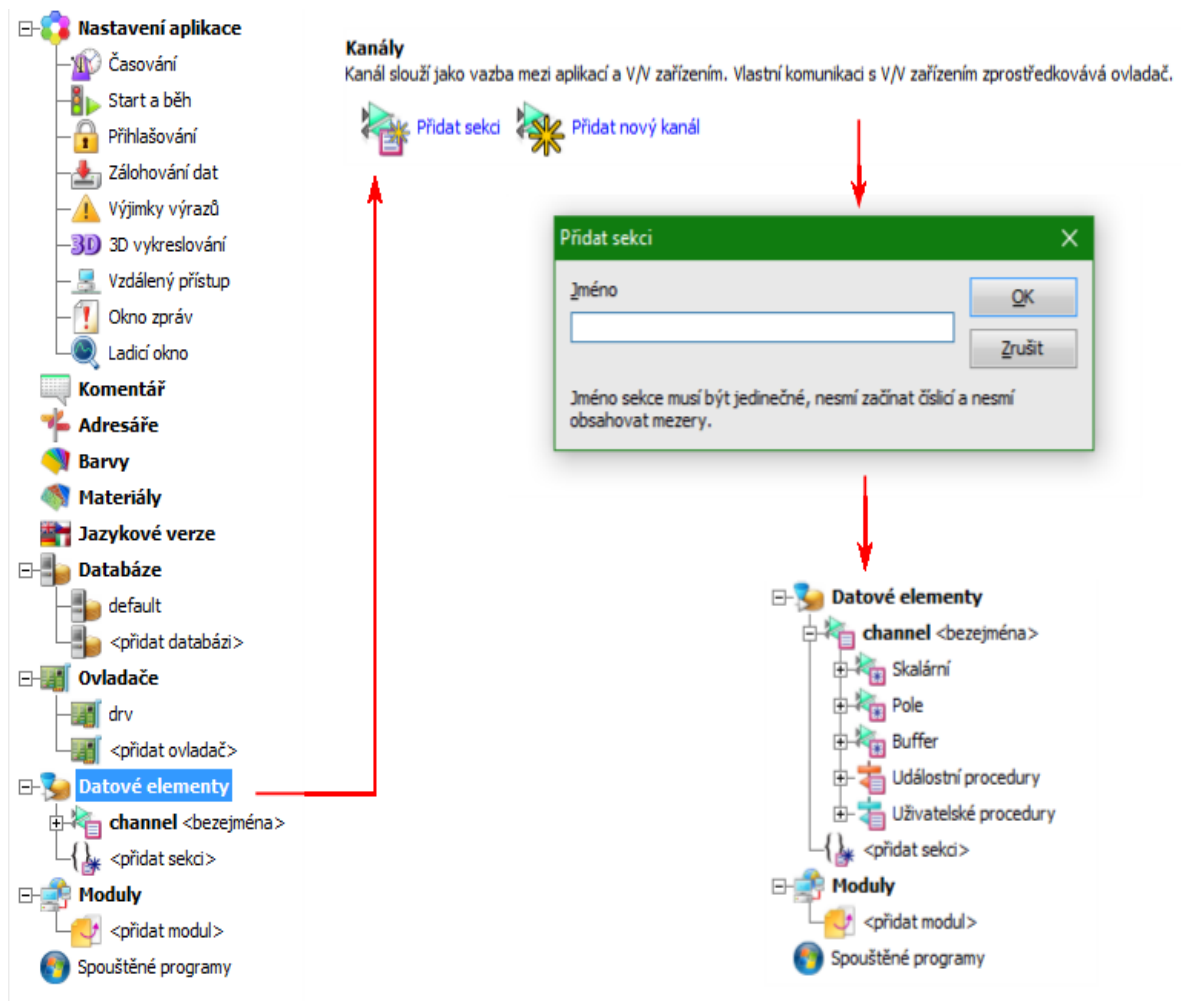
Mapovací soubor obsahuje skupinu pevně definovaných kanálů, které jsou mapovány na intervalu 1-99, proto se nesmí užívat tento interval v definici bloků. Dále také naše definované kanály ze sekce „Channels“ a určení o jaký typ kanálu se jedná (vstupní, výstupní). Programovatelné automaty S7-1200 mají od verze firmware 4.0 zabudovaný firewall s nastavenou maximální ochranou, kterou je nutno deaktivovat v prostředí TIA portal. V projektu se přepneme do „Device configuration“ označíme PLC a vybereme v záložce „General“ v okně inspektoru položku „Protection“ a v ní zvolíme „Full acces“ a níže zaškrtneme volbu „Permit access whith PUT/GET communication from remote partner“.



Obrázek 62. Nastavení oprávnění

Přístup k datovým blokům je možný pouze ke globálním, vždy musí být vypnutý parametr „Optimized block access“ v položce „Atributtes“ ve vlastnostech příslušného datového bloku.

Nyní je vše připraveno a můžeme přejít k tvorbě vlastní aplikace, kterou budeme tvořit pomocí grafického editoru. Nejprve si vytvoříme datové elementy, abychom mohli z aplikace přistupovat k definovaným kanálům ovladače, do kterých ovladače zapisují svá data prostřednictvím komunikace. V datovém editoru klikneme na položku „Datové elementy“ a klikneme na „Přidat sekci“ u položky „Kanály“, jméno sekce není nutné vyplnit. Tím se nám vygeneruje stromová struktura nově vzniklé sekce, která vypadá následovně:



Obrázek 63. Vytvoření datové sekce požadovaného druhu

Poté klikneme na položku „Skalární“, v ní vytvoříme nové elementy pomocí vyplnění tabulky a zadáním příslušných indexů.

	name	type	init_value	driver	driver_index	direction
	Motor	boolean		drv	300	input
	Start	boolean		drv	200	output
	Stop	boolean		drv	201	output

Obrázek 64. Tabulka elementů

Na tyto elementy se budeme moci v programu odkazovat jako na proměnné. Přepneme se do grafického editoru, v záložce palety přístrojů vybereme „panel“ a nakreslíme ho do pracovní plochy. Dále vybereme „button“ (dvakrát) a „indicator“ a vložíme do vytvořeného „panelu“. Přepneme se do „Inspektoru“ a nastavíme přístrojům parametry a procedury dle obrázku níže.

The image shows three panels illustrating the configuration of devices in a graphical editor. Each panel includes a visual representation of the device and a table of its parameters and procedures.

Panel Configuration:

Parametr	Hodnota	Popis
owner	background	Vlastník přístroje
position	625, 230, 185, 150	Pozice přístroje
gravity	none	Přitažlivost okrajů přístroje - ovlivní aut
ascend		Podmínka vnoření
descend		Podmínka ponoření
visibility		Podmínka viditelnosti
select		Podmínka výběru
access		Úroveň uživatelů s povoleným přístupem
bubble		Text nápovědy
window		Přístroj v okně
type	normal	Přístroj v okně

Indicator Configuration:

Parametr	Hodnota	Popis
period	perioda	Perioda aktivace
period_offset		Posun periody aktivace
period_origin	start	Počátek posunu periody aktivace
timer		Jméno časovače
data_driven	false	Aktivovat přístroj od změny dat
driver		Výjimka od ovladače
condition		Podmínka aktivace přístroje
expression	Motor	Výraz, který je přístrojem vyhodnocován

Buttons Configuration:

Parametr	Hodnota	Popis
Start	START	START
Stop	STOP	STOP
KONEC	KONEC	KONEC

The code snippets for the procedures are as follows:

```

procedure OnActivate();
begin
send self;
end_procedure;

procedure OnPress();
begin
Start=true;
Stop=false;
end_procedure;

procedure OnPress();
begin
Start=false;
Stop=true;
end_procedure;

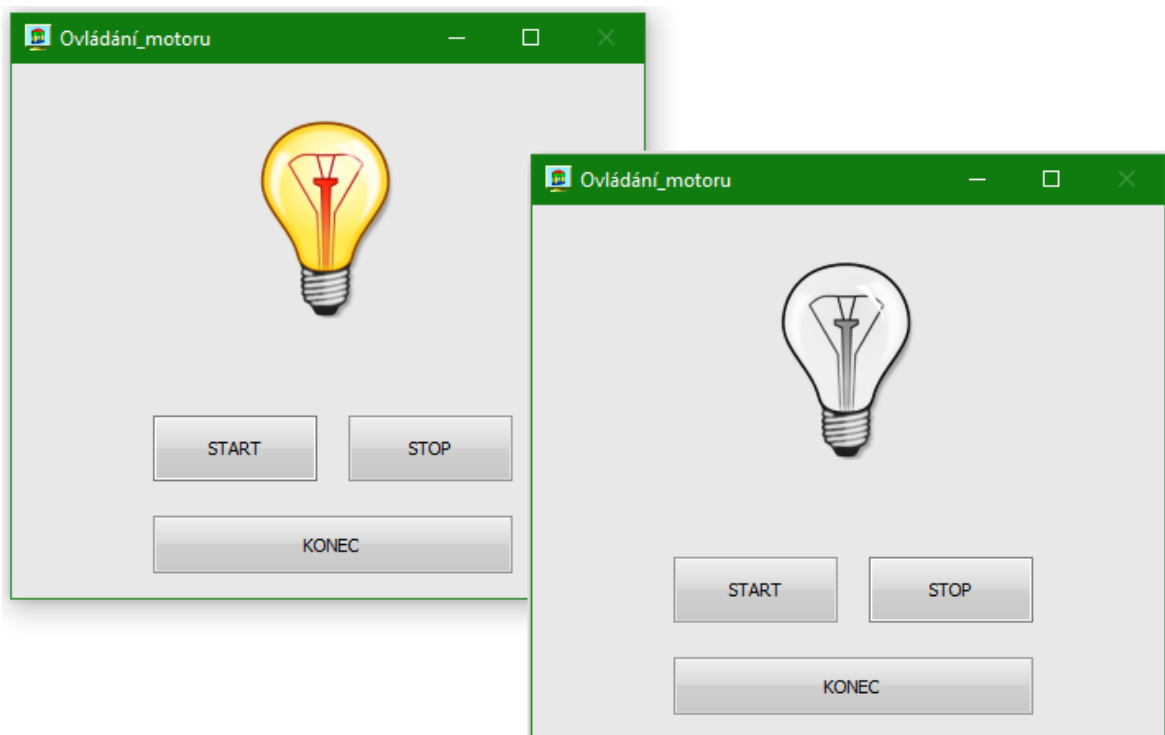
procedure OnPress();
begin
core.StopApplication();
end_procedure;

```

Obrázek 65. Nastavení přístrojů

Aplikace se skládá z virtuálních přístrojů, které vkládáme přetažením na panel. Parametry a procedury přístroje zadáváme v okně inspektora přístrojů. Virtuální přístroje u aplikací reálného času vykonávají svou činnost, když jsou aktivovány. U panelu se nastaví v parametrech „type:normal“, který způsobí, že vzhled panelu bude stejný jako v prostředí

Windows. Aktivace přístroje „indicator“ je definováno na řádce „periods“ pomocí konstanty „perioda“. Na řádce „expression“ je uveden výraz, který bude přístrojem vyhodnocován. V tomto případě se jedná o stav výstupu PLC (Q0.0) označen symbolickou proměnou „Motor“. Tlačítka „START“ a „STOP“ slouží pro ovládání výstupu Q0.0, přes datové elementy „Start“ a „Stop“ prostřednictvím definovaných událostních procedur tlačítek „OnPress()“, jenž reprezentují adresy v PCL M0.0 a M0.1. Procedura „OnActivate()“ je jedinou procedurou volanou vždy před každou aktivací přístroje v níž pomocí příkazů „send self“ řekneme, že přístroj má aktivovat sám sebe. Tlačítkem „KONEC“ je možné program ukončit.



Obrázek 66. Ukázka vytvořené aplikace Control Web 7

ZÁVĚR

Cílem této práce bylo ověření možnosti využití programovatelných automatů SIMATIC řady S7-1200 od firmy Siemens, inovace a návrh hardwaru pro stávající PLC sestavy osazené programovatelnými automaty Tecomat Foxtrot CP-1005 a vytvoření nových PLC sestav osazených programovatelným automatem Siemens S7-1200 vycházející z původních PLC sestav a jejich propojení s vybranými laboratorními modely.

V Teoretické části bylo uvedeno stručné seznámení s programovatelnými automaty a obecné principy jejich činnosti, možnosti jejich využití a rozšiřitelnosti se zaměřením na programovatelné automaty Siemens řady S7-1200. Seznámením s komplexním vývojovým prostředím TIA Portal, Control Web 7 a vybranými EDU modely technologických procesů.

V praktické části byl vytvořen a realizován návrh hardwarového řešení pro vytvoření PLC sestav osazených programovatelným automatem Siemens řady S7-1200 a inovaci stávajících PLC sestav osazených programovatelným automatem Tecomat Foxtrot CP-1005 včetně osazení a propojení s vybranými laboratorními modely EDU-mod.

Softwarová část byla zaměřena na práci s komplexním vývojovým prostředím TIA Portal. Byly vytvořeny ilustrativní příklady popisující tvorbu aplikačních programů pomocí softwaru Tia Portal včetně zaměření na tvorbu řídicích a monitorovacích aplikací pomocí HMI panelu KTP400 PN Basic Color, integrovaného webového serveru PLC S7-1200 a programového prostředí Control Web7.

Pro nové a inovované PLC sestavy byla vytvořena technická dokumentace obsahující schémata zapojení a konstrukční provedení nově navrženého hardwarového řešení. Pro PLC sestavy s programovatelným automatem Siemens S7-1200 byly vytvořeny vzorové příklady s vybranými EDU modely demonstrující možnosti využití těchto sestav. Technická dokumentace a vzorové příklady jsou součástí příloh této práce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ŠMEJKAL, Ladislav a Marie MARTINÁSKOVÁ. *PLC a automatizace: Základní pojmy, úvod do programování*. 2. dotisk, 1. vydání. Praha: BEN – technická literatura, 2003. ISBN 80-86056-58-9.
- [2] ŠMEJKAL, Ladislav. *PLC a automatizace 2: Sekvenční logické systémy a základy fuzzy logiky*. Praha: BEN – technická literatura, 2005. ISBN 80-7300-087-3.
- [3] SCHMID, Dietmar. *Řízení a regulace pro strojírenství a mechatroniku*. Přeložil Jiří HANDLÍŘ. Praha: Europa – Sobotáles, 2005. ISBN 80-86706-10-9.
- [4] SIEMENS: *Industry Online Support* [online]. 2017 [cit. 2017-01-25]. Dostupné z: <https://support.industry.siemens.com>
- [5] MORAVSKÉ PŘÍSTROJE, a.s.: *Programový systém Control Web* [online]. 2017 [cit. 2017-01-25]. Dostupné z: <http://www.mii.cz>
- [6] RAKUŠAN, Ondřej. *Nové verze softwaru pro PLC Simatic S7-1200* [online]. 2011, 38-39 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/43747.pdf>
- [7] SIMATIC S7-1200 Getting started with S7-1200. *Industry Support Siemens* [online]. 2009 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: https://cache.industry.siemens.com/dl/files/875/39644875/att_76194/v1/s71200_getting_started_en-US_en-US.pdf?download=false
- [8] Delivery Release for LOGO! 8. *Industry Support Siemens* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/100704163/delivery-release-for-logo!-8-and-logo!-soft-comfort-v8?dti=0&lc=en-GB>
- [9] CPU 314C-2 PN/DP with FM 355-2 S, SM 322 and SM 323. *Industry – Image Database* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: http://www.automation.siemens.com/bilddb/index.aspx?gridview=view2&objkey=P_ST70_XX_05779&showdetail=true&view=Search
- [10] S7-1200 with CPU 1214C, CP 1242-7, CM 1243-5, CM 1241 and SM 1223. *Industry – Image Database* [online]. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: http://www.automation.siemens.com/bilddb/index.aspx?gridview=view2&objkey=P_IK10_XX_01417&showdetail=true&view=Search

- [11] VOJÁČEK, Antonín. Programovací režimy pro PLC dle IEC 61131-3. *PLC a průmyslová PC | Automatizace.HW.cz* [online]. 2011 [cit. 2017-04-15]. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/programovaci-rezimy-pro-plc-dle-iec-611313-codesys>
- [12] KOHOUT, Luděk. *Edumat.cz - Autorizované kurzy Teco a.s. , pomůcky do odborných učeben a laboratoří* [online]. [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <http://www.edumat.cz/produkty.php?produkt=edumod>
- [13] KOHOUT, Luděk. *Edumat.cz - Autorizované kurzy Teco a.s. , pomůcky do odborných učeben a laboratoří* [online]. [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <http://www.edumat.cz/produkty.php?produkt=pracka>
- [14] KOHOUT, Luděk. *Edumat.cz - Autorizované kurzy Teco a.s. , pomůcky do odborných učeben a laboratoří* [online]. [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <http://www.edumat.cz/produkty.php?produkt=mixer>
- [15] KOHOUT, Luděk. *Edumat.cz - Autorizované kurzy Teco a.s. , pomůcky do odborných učeben a laboratoří* [online]. [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <http://www.edumat.cz/produkty.php?produkt=krizovatka>
- [16] KOHOUT, Luděk. *Edumat.cz - Autorizované kurzy Teco a.s. , pomůcky do odborných učeben a laboratoří* [online]. [cit. 2017-04-13]. Dostupné z: <http://www.edumat.cz/produkty.php?produkt=suport>
- [17] *Italtronic - enclosures for electronic: Support One - Din rail (EN 60715) mounting modular supports for PCBs* [online]. [cit. 2017-04-19]. Dostupné z: http://eng.italtronic.com/UserFiles/files/cataloghi_linee/SupportOne.pdf
- [18] Standardní panely SIMATIC HMI. *Siemens Česká republika-Czech Republic* [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <http://www1.siemens.cz/ad/current/index.php?ctxnh=c350a9fd02>
- [19] Delivery Release for SIMATIC HMI KP400 Basic color PN / KTP400 Basic color PN. *Industry Support Siemens* [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z: <https://support.industry.siemens.com/cs/document/60494853/delivery-release-for-simatic-hmi-kp400-basic-color-pn-ktp400-basic-color-pn?dti=0&lc=en-WW>
- [20] SIMATIC HMI HMI devices Basic Panels. *Industry Support Siemens* [online]. [cit. 2017-05-11]. Dostupné z:

https://cache.industry.siemens.com/dl/files/678/31032678/att_25338/v1/hmi_basic_panels_operating_instructions_en-US_en-US.pdf

- [21] Siemens TIA Portal – jednotné vývojové prostředí pro automatizaci v průmyslu. *Časopis Automa časopis pro automatizační techniku* [online]. 2011, , 2 [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: http://automa.cz/cz/casopis-clanky/siemens-tia-portal-jednotne-vyvojove-prostredi-pro-automatizaci-v-prumyslu-2011_03_43212_6058/
- [22] Instrukce pro programování S7-1200/S7-1500. *Siemens Česká republika* [online]. [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: http://www1.siemens.cz/ad/current/content/data_files/automatizacni_systemy/mikrosystemy/simatic_s71200/programming-guideline-for-s71200-s71500_2014-09_en.pdf

[SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AI/DI	Analog/Digital input
CPU	Centrální procesorová jednotka
DI	Digital input
DPS	Deska plošných spojů
EDU	Model technologických procesů
FBD	Function Block Diagram
SCADA	Human machine interface
HTTP(S)	Hypertext Transfer Protocol (Secure)
I/O	Input/Output
IL(SCL)	Instruction List
LD(LAD)	Ladder Diagram
OB	Organizační blok
PID	Proporcionálně-integračně-derivační (regulátor)
PLC	Programmable Logic Controller
PN/IE	PROFINET/Industrial Ethernet
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition
SFC(GRAPH)	Sequential Function Chart.
ST(SCL)	Structured Text
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Struktura programovatelného automatu	12
Obrázek 2. Pracovní režimy PLC S7-1200 [7]	13
Obrázek 3. Princip činnosti SIMATIC S7-1200 [7]	14
Obrázek 4. Kompaktní PLC Siemens LOGO! 8 [8]	15
Obrázek 5. Modulární PLC Siemens S7-300 [9]	15
Obrázek 6. Schéma funkčních bloků	16
Obrázek 7. Liniové schéma	17
Obrázek 8. Sekvenční diagram	17
Obrázek 9. Seznam instrukcí	18
Obrázek 10. Strukturovaný text	18
Obrázek 11. Popis Siemens SIMATIC S7-1200 CPU1214C	19
Obrázek 12. Komunikační moduly a rozšiřující signálové karty [10]	21
Obrázek 13. Signálový modul k vložení do základní jednotky [6]	22
Obrázek 14 HMI KTP400 Basic color [20]	23
Obrázek 15. Vývojové prostředí TIA portál	24
Obrázek 20. Škálovatelnost systému Control Web 7	25
Obrázek 21. Podporované platformy systému Control Web 7	25
Obrázek 16. Model automatické pračky	26
Obrázek 17. Model mísící jednotky	27
Obrázek 18. Model křižovatky	27
Obrázek 19. Modul posuvné jednotky	28
Obrázek 22 Sestava s PLC SAIA	30
Obrázek 23 Sestava s PLC TECOMAT	31
Obrázek 24. Původní stav PLC sestav SAIA(vlevo), Tecomat Foxtrot(vpravo).....	32
Obrázek 25. I/O externí moduly s rozhraním RJ45	32
Obrázek 26 I/O externí moduly s rozhraním DE-9M	33
Obrázek 27. Návrh pracovní desky	34
Obrázek 28 Pracovní deska	35
Obrázek 29. Plastová pouzdra Support One M72 [17]	36
Obrázek 30. Modul DI	36
Obrázek 31. Modul AI/DI	37
Obrázek 32. Doporučené zapojení REF01CPZ	37

Obrázek 33. Modul rozhraní	38
Obrázek 34 PLC sestava S7-1200	39
Obrázek 35 PLC sestava CP-1005.....	40
Obrázek 36. PLC sestava CP-1005.....	41
Obrázek 37. PLC sestava S7-1200	41
Obrázek 38 Vytvoření projektu	42
Obrázek 39. Výběr zařízení z katalogu CPU	43
Obrázek 40. Průvodce nastavení HMI panelu	44
Obrázek 41. Konfigurace IP adresy	44
Obrázek 42. Přiřazení signálového modulu	45
Obrázek 43. Dostupná zařízení	45
Obrázek 44. Vytvoření nového bloku.....	46
Obrázek 45. Uživatelský program a operační systém [22].....	46
Obrázek 46. Vývojový diagram.....	48
Obrázek 47. Tabulka symbolických proměnných (tagů).....	48
Obrázek 48. Tabulka symbolických proměnných pro HMI	49
Obrázek 49. Tvorba obrazovek pro HMI panel	50
Obrázek 50. Změna popisu tlačítka	50
Obrázek 51. Vytvoření události při stisknutí tlačítka	51
Obrázek 52. Nastavení vzhledu objektu kružnice	51
Obrázek 53 Návrh obrazovky pro HMI panel	52
Obrázek 54. Aktivace webového serveru	52
Obrázek 55. Nastavení cesty k www souborům	53
Obrázek 56. Nastavení oprávnění	55
Obrázek 57. Domovská stránka webového serveru.....	56
Obrázek 58. Uživatelská stránka	56
Obrázek 59. Prostředí Control Web 7.....	57
Obrázek 60. Konfigurace ovladače.....	58
Obrázek 61. Okno inspektoru pro konfiguraci souborů ovladače	59
Obrázek 62 Nastavení oprávnění	60
Obrázek 63. Vytvoření datové sekce požadovaného druhu.....	61
Obrázek 64. Tabulka elementů	61
Obrázek 65. Nastavení přístrojů	62

Obrázek 66. Ukázka vytvořené aplikace Control Web 7.....63

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Základní přehled S7-1200, CPU 1214C	19
Tabulka 2. Specifikace S7-1200 CPU1214C.....	20
Tabulka 3. Specifikace KTP400 Basic color [20]	23
Tabulka 4. Možné stavy EDU modelů.....	28
Tabulka 5. Pravdivostní tabulka, minimalizace funkce	47

SEZNAM PŘÍLOH

- P1 Samostatná příloha – Technická dokumentace hardwarového řešení
- P2 Samostatná příloha – Ukázkové příklady programů
- P3 Samostatná příloha – CD

PŘÍLOHA P I: TECHNICKÁ DOKUMENTACE HARDWAROVÉHO ŘEŠENÍ

Tato příloha dokumentuje schémata zapojení, návrhy DPS I/O modulů a PLC sestav.

- 1 DOKUMENTACE I/O MODULŮ
 - 1.1 MODUL DIGITÁLNÍCH VSTUPŮ
 - 1.1.1 Schéma DPS
 - 1.1.2 Schéma zapojení
 - 1.1.3 Seznam použitých součástek
 - 1.2 MODUL ANALOGOVÝCH/DIGITÁLNÍCH VSTUPŮ
 - 1.2.1 Schéma DPS
 - 1.2.2 Schéma zapojení
 - 1.2.3 Seznam použitých součástek
 - 1.3 MODUL ROZHRANÍ EDU
 - 1.3.1 Schéma DPS
 - 1.3.2 Schéma zapojení
 - 1.3.3 Seznam součástek
- 2 DOKUMENTACE PLC SESTAV
 - 2.1 PLC SIEMENS S7-1200
 - 2.2 PLC TECOMAT FOXTROT CP-1005

PŘÍLOHA P II: UKÁZKOVÉ PŘÍKLADY PROGRAMŮ

Obsahem této přílohy jsou vzorové příklady pro PLC sestavy osazené programovatelným automatem Siemens S7-1200

- 1 VZOROVÉ PŘÍKLADY SIEMENS S7-1200
 - 1.1 MAJORITA ZE TŘÍ DLE NORMY
 - 1.2 MÍSÍCÍ JEDNOTKA, HMI PANEL
 - 1.3 HYDRAULICKÁ POSUVNÁ JEDNOTKA
 - 1.4 KŘÍŽOVATKA
 - 1.5 PRAČKA

PŘÍLOHA P III: CD BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Struktura CD:

