ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

KATEDRA ŘÍDICÍ TECHNIKY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Řídicí systém zařízení pro regeneraci odpadního vzduchu

Praha 2009 Martin Novotný

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Katedra řídicí techniky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Martin Novotný**

Studijní program: Elektrotechnika a informatika (bakalářský), strukturovaný
Obor: Kybernetika a měření

Název tématu: **Řídicí systém zařízení pro regeneraci odpadního vzduchu**

Pokyny pro vypracování:

1. Seznamte se s principy technologií regenerace odpadního vzduchu (zařízení, v němž se spaluje odpadní vzduch z průmyslových provozů typů lakoven, tiskáren apod.). Seznamte se s průmyslovými automaty SIMATIC S7-300 (především s jejich softwarovými regulátory a průmyslovými regulátory).
2. Navrhněte řídicí systém, včetně přesné definice jednotlivých komponent řídicího systému. Vyberte pro toto zařízení optimální systém z hlediska výkonu a ceny. Dle předchozího odstavce použijte jeden z typů regulátorů, doporučte jednu z průmyslově používaných sítí pro komunikaci s periferními zařízeními s ohledem na vybraný typ regulátorů.
3. Navrhněte řídicí algoritmus pro funkci zařízení pro regeneraci odpadního vzduchu. Program by měl obsahovat základní podmínky pro chod zařízení. Případně navrhněte regulaci teploty v hlavní spalovací komoře a bezpečnostní algoritmy.

Seznam odborné literatury:

Dodá vedoucí práce

Vedoucí: Ing. Martin Hlinovský, Ph.D.

Platnost zadání: do konce zimního semestru 2009/10

prof. Ing. Michael Šebek, DrSc.
vedoucí katedry

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE Fakulta elektrotechnická L.S.

doc. Ing. Boris Šimák, CSc.
děkan

V Praze dne 27. 2. 2009

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v přiloženém seznamu.

V Praze, dne 10. 6. 2009

……

podpis

Anotace

Předmětem této bakalářské práce je navrhnout řídicí systém zařízení pro regeneraci odpadního vzduchu jak z hlediska hardware, tak z hlediska software. V práci je shrnut postup návrhu řídicího systému realizovaného na systémech firmy SIEMENS.

Abstract

The subject of this bachelor – degree diploma is design the control system for regeneration of foul air in terms of hardware and software solution. There is described the design procedure of the control system. The control system is designed to Siemens corporation component parts.

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval firmě atx - technická kancelář pro komplexní automatizaci s.r.o. za finanční a materiální podporu, kterou mi poskytovala během vzniku této práce.

Dále děkuji panu Ing. Martinu Hlinovskému, Ph.D., za cenné připomínky k obsahu této práce.

Obsah

1 ÚVOD 15

2 TECHNOLOGIE RTO 16

2.1 PRINCIP TERMICKÉ OXIDACE 16
2.2 PRINCIP RTO 16

3 SYSTÉMY SIEMENS SIMATIC S7 19

3.1 HARDWARE SIEMENS SIMATIC S7 400 19
3.1.1 CENTRÁLNÍ VANY (RACKS) 19
3.1.2 NAPÁJECÍ ZDROJ (PS) 19
3.1.3 CENTRÁLNÍ PROCESOROVÁ JEDNOTKA (CPU) 19
3.1.4 INTERFACE JEDNOTKY (IM) 19
3.1.5 SIGNÁLNÍ JEDNOTKY (SM) 20
3.1.6 FUNKČNÍ JEDNOTKY (FM) 20
3.1.7 KOMUNIKAČNÍ JEDNOTKY (CP) 20
3.2 PROPOJOVÁNÍ HARDWARE SIEMENS SIMATIC S7 400 20
3.3 VARIANTY CPU PRO SIEMENS SIMATIC S7 400 20
3.3.1 ZÁKLADNÍ VARIANTY CPU SIEMENS SIMATIC S7 400 21
3.3.2 DALŠÍ VARIANTY CPU SIEMENS SIMATIC S7 400 21
3.3.2.1 Vysoce funkční PLC – H systém 21
3.3.2.2 Vysoce bezpečné PLC – F systém 21
3.4 DECENTRÁLNÍ PERIFERIE SYSTÉMU SIMATIC S7 400 22
3.4.1 PROFIBUS DP 22
3.4.2 AS – INTERFACE 22
3.4.3 INTERBUS 22
3.5 DECENTRÁLNÍ MODULY 22
3.5.1 ET 200L 23
3.5.2 ET 200S 23
3.6 PROGRAMOVÁNÍ SIEMENS SIMATIC S7 400 23
3.6.1 PROGRAMOVACÍ PROSTŘEDÍ 23
3.6.1.1 Editor hardware konfigurace 23

3.6.1.2 Editor síťových připojení 23
3.6.1.3 Editor programových bloků 24
3.6.1.4 Editor symbolů 24
3.6.2 HIERARCHIE OBJEKTŮ SIMATIC STEP7 24
3.6.2.1 Lokální síť 24
3.6.2.2 Hardware 24
3.6.2.3 Spojení 25
3.6.2.4 Symboly 25
3.6.2.5 Zdroje 25
3.6.2.6 Bloky 25
3.6.3 PROJEKTY A KNIHOVNY 25
3.6.3.1 Projekt 25
3.6.3.2 Knihovna 26
3.6.4 ZÁKLADNÍ PROGRAMOVACÍ JAZYKY 26
3.6.4.1 LAD 26
3.6.4.2 FBD 27
3.6.4.3 STL 27
3.6.5 PROGRAMOVÉ BLOKY SIMATIC STEP7 27
3.6.5.1 OB – Organizační blok 27
3.6.5.2 FC - Funkce 27
3.6.5.3 FB – Funkční blok 27
3.6.5.4 DB – Datový blok 27
3.6.5.5 Další bloky 28
3.6.6 DATOVÉ TYPY 28
3.6.6.1 Základní datové typy 28
3.6.6.2 Složené datové typy 28
3.6.6.3 Uživatelsky definované datové typy 28
3.6.7 PROMĚNNÉ 29
3.6.8 ZÁPISNÍKOVÁ PAMĚŤ (M - MERKER) 29
3.7 REGULÁTORY 29
3.7.1 HARDWAROVÉ REGULÁTORY 29
3.7.2 SOFTWAROVÉ REGULÁTORY 30
3.7.2.1 FB41, CONT_C 30
3.7.2.2 FB42, CONT_S 30
3.7.2.3 FB43, PULSEGEN 30

3.7.2.4 FB44, TCONT_CP 30
3.7.2.5 FB45, TCONT_S 30

4 NÁVRH ŘÍDICÍHO SYSTÉMU RTO 31

4.1 POŽADAVKY NA HARDWARE 33
4.2 NÁVRH HARDWARE 34
4.2.1 CPU 34
4.2.2 DECENTRÁLNÍ VSTUPY A VÝSTUPY 35
4.2.3 DECENTRÁLNÍ PERIFERIE 37
4.2.3.1 Komunikace mezi CPU, moduly ET 200S a operačním panelem 37
4.2.3.2 Komunikace s vizualizací 38
4.2.4 NAPÁJECÍ ZDROJE 38
4.2.4.1 Napájecí zdroj pro CPU 38
4.2.4.2 Napájecí moduly pro ET 200S 39
4.2.5 OPERAČNÍ PANEL 39
4.2.6 CENTRÁLNÍ VANA 40
4.3 VÝBĚR REGULÁTORŮ 40
4.4 CELKOVÁ SESTAVA HARDWARE 40
4.5 SROVNÁNÍ SE SYSTÉMY SIMATIC S7 – 300 43

5 SPECIFIKACE NAVRHOVANÉHO SYSTÉMU 44

5.1 POUŽITÝ HARDWARE A KOMUNIKACE 44
5.2 OPERAČNÍ REŽIMY 44
5.2.1 AUTOMATICKÝ REŽIM 44
5.2.2 MANUÁLNÍ REŽIM 44
5.3 ŘÍDICÍ OPERAČNÍ REŽIMY 45
5.3.1 MÍSTNÍ REŽIM 45
5.3.2 VZDÁLENÝ REŽIM 45
5.4 POPIS ZAŘÍZENÍ 45
5.4.1 FUNKČNÍ SKUPINA 01 46
5.4.1.1 Klapka 01FLA2 46
5.4.1.2 Klapka 01FLA3 46
5.4.1.3 Ventilátor sání 01FAN4 46

5.4.1.4 Klapka 01FLA5 46
5.4.1.5 Bypass ventilátor 01FAN7 46
5.4.1.6 Klapka 01FLA8 46
5.4.2 FUNKČNÍ SKUPINA 06 47
5.4.2.1 Ventilátor 06FAN2 47
5.4.2.2 Klapka 06FLA3 47
5.4.2.3 Rotor 06DRS6 47
5.4.2.4 Hořák 06GCS1 47
5.5 ZÁKLADNÍ STAVY RTO 47
5.5.1 ZÁKLADNÍ POZICE 47
5.5.2 AUTOTHERM 47
5.5.3 VYPNUTO 48
5.5.4 STARTOVÁNÍ 48
5.5.5 BYPASS 48
5.5.6 CHLAZENÍ 48
5.5.7 PRODUKCE 48
5.5.8 DOBĚH 48
5.6 KATEGORIE PORUCH 49
5.6.1 KATEGORIE A 49
5.6.2 KATEGORIE B 49
5.6.3 KATEGORIE C 49
5.6.4 KATEGORIE D 50
5.7 STARTOVACÍ A STOP SEKVENCE 50
5.7.1 START RTO 50
5.7.2 VYPNUTÍ RTO 50
5.7.3 STARTOVACÍ SEKVENCE 51

6 NÁVRH ALGORITMU PRO ŘÍZENÍ RTO 52

6.1 POUŽITÝ SOFTWARE 52
6.2 POUŽITÝ PROGRAMOVÝ STANDARD 52
6.3 ADRESOVÁNÍ A SYMBOLICKÉ NÁZVY 53
6.3.1 VSTUPY A VÝSTUPY 53
6.3.2 POJMENOVÁNÍ PROMĚNNÝCH 53
6.4 MERKERY 53

6.5 ROZVRŽENÍ ADRES PAMĚTI 54
6.6 ŘÍDICÍ ALGORITMY 57
6.7 STRUKTURA PROGRAMU 58
6.8 REGULACE TEPLOTY V HLAVNÍ SPALOVACÍ KOMOŘE 61
6.9 VYUŽITÁ PAMĚŤ 62

7 ZÁVĚR 63

8 SEZNAM LITERATURY 64

9 PŘÍLOHY 66

9.1 POJMENOVÁNÍ PROMĚNNÝCH 66
9.2 SYSTÉM STANDARDNÍCH MERKERŮ 67
9.3 VYBRANÉ ČÁSTI NAVRŽENÉHO PROGRAMU 69
9.3.1 HLAVNÍ ŘÍDICÍ ALGORITMUS 69
9.3.2 REGULACE TEPLOTY V HLAVNÍ SPALOVACÍ KOMOŘE 77
9.3.3 ALGORITMUS OVLÁDÁNÍ KLAPKY 01FLA2 80

10 OBSAH PŘILOŽENÉHO CD 85

Seznam tabulek

TABULKA 3.1: VARIANTY CPU SIMATIC S7 400 21
TABULKA 4.1: POŽADAVKY NA HARDWARE 33
TABULKA 4.2: POŽADAVKY NA CPU 34
TABULKA 4.3: CENTRÁLNÍ PROCESOROVÁ JEDNOTKA 34
TABULKA 4.4: INTERFACE MODUL PRO ET 200S 36
TABULKA 4.5: KARTA DIGITÁLNÍCH VSTUPŮ 36
TABULKA 4.6: KARTA DIGITÁLNÍCH VÝSTUPŮ 36
TABULKA 4.7: KARTA ANALOGOVÝCH VSTUPŮ 36
TABULKA 4.8: KARTA ANALOGOVÝCH VÝSTUPŮ 37
TABULKA 4.9: ZAŘÍZENÍ V SÍTI PROFIBUS DP 37
TABULKA 4.10: ETHERNET KOMUNIKAČNÍ PROCESOR 38
TABULKA 4.11: NAPÁJECÍ ZDROJ PS 405 38
TABULKA 4.12: NAPÁJECÍ MODUL PRO VSTUPNÍ A VÝSTUPNÍ KARTY 39
TABULKA 4.13: BAREVNÝ OPERAČNÍ PANEL OP 270 39
TABULKA 4.14: CENTRÁLNÍ VANA 40
TABULKA 4.15: KOMPLETNÍ SPECIFIKACE HARDWARE SYSTÉMU RTO (S7 400) 41
TABULKA 4.16: KOMPLETNÍ SPECIFIKACE HARDWARE SYSTÉMU RTO (S7 300) 43
TABULKA 6.1: PŘÍKLAD POJMENOVÁNÍ ADRES VSTUPŮ A VÝSTUPŮ 53
TABULKA 6.2: POUŽÍVÁNÍ MERKERŮ V UŽIVATELSKÉM PROGRAMU 54
TABULKA 6.3: ROZVRŽENÍ ADRES PAMĚTI PRO ZAŘÍZENÍ 55
TABULKA 6.4: ROZVRŽENÍ ADRES PAMĚTI UŽIVATELSKÉHO PROGRAMU 56
TABULKA 6.5: VYUŽITÁ PAMĚŤ 62
TABULKA 9.1 POJMENOVÁNÍ PROMĚNNÝCH 66
TABULKA 9.2 SYSTÉM STANDARDNÍCH MERKERŮ 68
TABULKA 10.1 OBSAH PŘILOŽENÉHO CD 85

Seznam obrázků

OBRÁZEK 2.1: PRINCIP PŘEDEHŘÍVÁNÍ VZDUCHU POMOCÍ REKUPERAČNÍHO TEPELNÉHO VÝMĚNÍKU 17
OBRÁZEK 2.2: PRINCIP RTO 18
OBRÁZEK 3.1: HIERARCHIE OBJEKTŮ SIMATIC STEP7 24
OBRÁZEK 4.1: TECHNOLOGICKÉ SCHÉMA RTO 32
OBRÁZEK 4.2: HARDWAROVÁ SESTAVA SYSTÉMU RTO 42
OBRÁZEK 6.1: STRUKTURA UŽIVATELSKÉHO PROGRAMU 58
OBRÁZEK 6.2: STRUKTURA PROGRAMU 59
OBRÁZEK 6.3: REGULAČNÍ OBVOD 61

1 Úvod

Úvodem bych rád shrnul, čím se v jednotlivých částech své bakalářské práce zabývám.

Cílem práce je navrhnout řídicí systém pro RTO (viz. dále) za pomoci programovatelného automatu Siemens SIMATIC S7 400. Původně bylo požadováno použití programovatelného automatu SIMATIC S7 300, jako hlavní řídicí jednotky, ale později bylo zadání upřesněno a jako hlavní řídicí jednotka bude použit výkonnější programovatelný automat SIMATIC S7 400.

Zadavatel práce, firma atx - technická kancelář pro komplexní automatizaci s.r.o., ve svých zakázkách často realizuje řídicí systémy pro různá RTO, které se v mnoha případech výrazně neliší. Požadavkem ze strany zadavatele je tedy navrhnout řídicí systém, jehož software bude přehledně komentovaný a co nejsnadněji modifikovatelný, aby byl použitelný celý, případně jeho části, univerzálně.

Na začátku stručně charakterizuji princip regenerace odpadního vzduchu technologií RTO a popisuji hardware firmy Siemens, který bude použit pro návrh řídicího systému. Seznamuji se též s programováním programovatelných automatů Siemens SIMATIC řady S7.

V dalších částech se věnuji návrhu hardware pro řídicí systém RTO a návrhu software pro řízení.

2 Technologie RTO

Technologie RTO[1] je jednoduchou, ale účinnou metodou pro regeneraci odpadního vzduchu z průmyslových provozů. Uplatňuje se velmi dobře všude tam, kde je třeba recyklovat vzduch, který obsahuje organické těkavé látky (VOC).

2.1 Princip termické oxidace

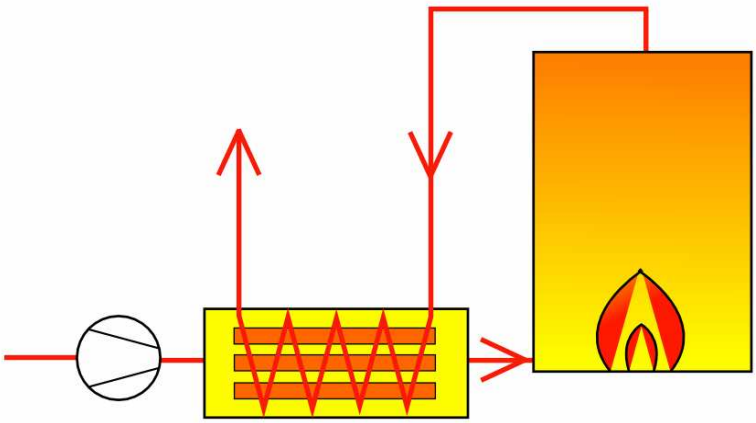
V reaktorech pro termální oxidaci dochází, při spalování odpadního vzduchu při teplotě kolem 800 ℃ a za přítomnosti nadměrného množství kyslíku, k přeměně organických látek (uhlovodíků a jejich derivátů) na oxid uhličitý a vodní páru. Takto lze efektivně snížit koncentraci VOC ve vzduchu pod stanovené limity.

Více podrobností o termických oxidačních reakcích lze nalézt v [1].

2.2 Princip RTO

Při regenerativní termické oxidaci je navíc znečištěný vzduch předehříván odpadním teplem vzniklým při spalování, čímž se zvyšuje celková ekonomická efektivita provozu zařízení. Příklad předehřívání znečištěného vzduchu (za pomoci rekuperačního tepelného výměníku) názorně popisuje Obrázek 2.1.

[1] RTO – Technologie regenerace odpadního vzduchu založená na termické oxidaci (z anglického Regenerative Thermal Oxidizers).



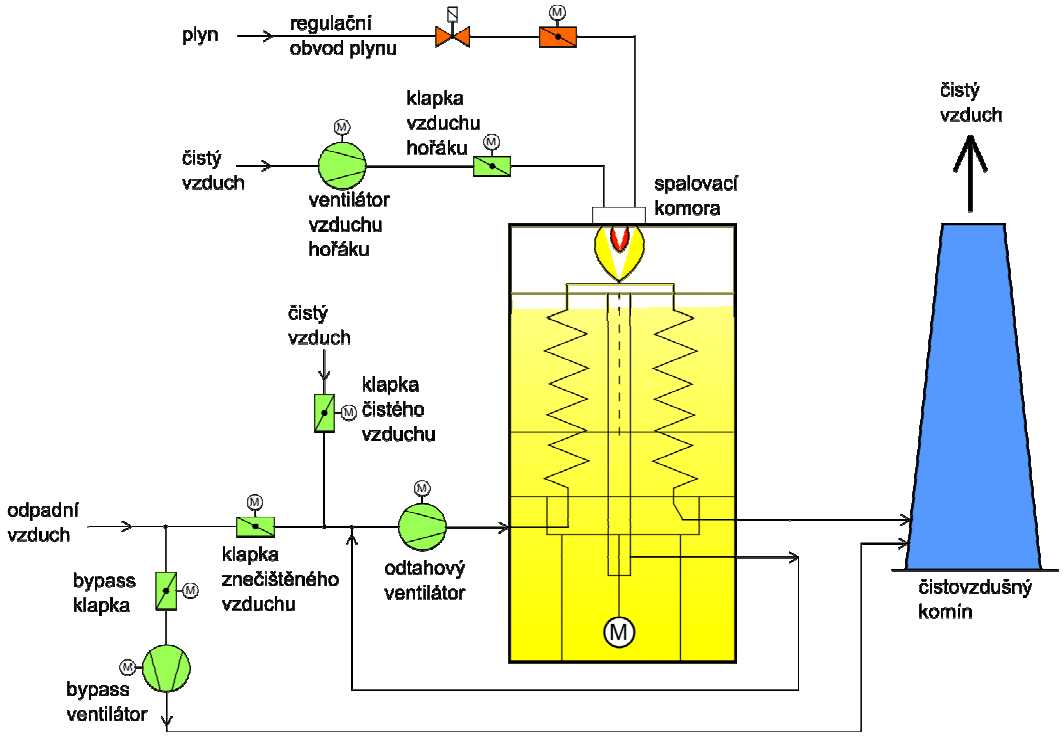
Obrázek 2.1: Princip předehřívání vzduchu pomocí rekuperačního tepelného výměníku

Celkový pohled na příklad systému RTO znázorňuje Obrázek 2.2. Při startování systému RTO je nasáván odtahovým ventilátorem čerstvý vzduch z ovzduší přes klapku čerstvého vzduchu (klapka znečištěného vzduchu je uzavřena) a po dosažení provozních podmínek (požadované teploty atd.) je otevřena klapka znečištěného vzduchu. Klapka čerstvého vzduchu se uzavře a odpadní vzduch proudí do spalovací komory, kde je podroben termické oxidaci. Část vzduchu se vrací zpět do nasávacího potrubí za účelem předehřívání a umocnění efektu spalování VOC. Vzduch, který prošel přes spalovací komoru, proudí čistovzdušným komínem do ovzduší.

Ve spalovací komoře se může nacházet válec z porézní keramiky, který akumuluje teplo a zvyšuje tak efektivitu spalování.

Na obrázku jsou znázorněny další dva ventilátory. Bypass ventilátor slouží k nouzovému odtahu odpadního vzduchu v případě, že není z nějakého důvodu RTO připraveno k provozu. Ventilátor vzduchu hořáku slouží pro přívod kyslíku k hořáku ve spalovací komoře. Regulační obvod plynu slouží k obsluhování přívodu plynu k hořáku.

Podrobnější informace o popsané technologii lze nalézt v [1] a [2].



Obrázek 2.2: Princip RTO

3 Systémy Siemens Simatic S7

Předmětem práce je navrhnout řídicí systém pro RTO. Konkrétní zadání s požadavky na řídicí systém dodal zadavatel práce. Dle jeho požadavků bude jako hlavní řídicí jednotka použit průmyslový automat SIMATIC S7 400 od firmy Siemens. V této kapitole se tedy zabývám popisem automatizačních systémů Siemens SIMATIC řady S7 400. Bude zde popsán hardware používaný v systému Siemens SIMATIC S7 400, programovací prostředí pro programování logických automatů Siemens SIMATIC S7. Seznámíme se s regulátory, které je možno použít se systémy Siemens SIMATIC S7 400.

3.1 Hardware Siemens Simatic S7 400

Automatizační systém Siemens SIMATIC S7 je modulární volně programovatelný systém, který může obsahovat komponenty popsané níže. Více podrobností o jednotlivých komponentách a jejich propojování lze nalézt v [5].

3.1.1 Centrální vany (Racks)

Vana souží jak pro mechanické uchycení, tak pro propojení jednotlivých modulů na ni usazených. Existují vany s 18 nebo 9 pozicemi (UR1 resp. UR2).

3.1.2 Napájecí zdroj (PS)

PS slouží pro napájení modulů připojených na vanu.

3.1.3 Centrální procesorová jednotka (CPU)

CPU uchovává v paměti a zpracovává uživatelský program.

3.1.4 Interface jednotky (IM)

Propojují mezi sebou dílčí součásti řídicího systému.

3.1.5 Signální jednotky (SM)

Převádí signál z řízeného procesu na interní napěťové úrovně nebo ovládají akční členy digitálními a analogovými signály.

3.1.6 Funkční jednotky (FM)

Zpracovávají komplexní nebo časově náročné procesy nezávisle na CPU (např. polohování, zpětnovazební regulace).

3.1.7 Komunikační jednotky (CP)

Propojují jednotlivé automatizační systémy mezi sebou nebo jiné přístroje sériovou linkou.

3.2 Propojování hardware Siemens Simatic S7 400

V řídicím systému SIMATIC S7 400 je možno používat centrální vany s 18 nebo 9 pozicemi, do kterých se zasazují jednotlivé moduly. K jedné centrální vaně může být připojeno až 21 rozšiřujících van. Existují také speciální centrální vany, v nichž mohou ve více procesorovém režimu spolupracovat až 4 CPU.

3.3 Varianty CPU pro Siemens Simatic S7 400

V této kapitole jsou specifikovány parametry základních typů CPU systému SIMATIC S7 400. Tabulka 3.1 obsahuje vždy parametry nejvýkonnějšího CPU daného typu (např. CPU 412 – 1 má více verzí a Tabulka 3.1 uvádí pouze verzi nejvyšší). Více informací lze nalézt v [3] a [7].

3.3.1 Základní varianty CPU Siemens Simatic S7 400

CPU	412-1	412-2	414-2	414-3	416-2	416-3	417-4
Pracovní paměť							
Integrovaná	288 KB	512 KB	1 MB	2,8 MB	5,6 MB	11,2 MB	30 MB
Instrukce	48 K	84 K	170 K	460 K	920 K	1840 K	5 M
Pro program	144 KB	256 KB	512 KB	1,4 MB	2,8 MB	5,6 MB	15 MB
Pro data	144 KB	256 KB	512 KB	1,4 MB	2,8 MB	5,6 MB	15 MB
Adresní prostor							
Celkem vstupů	4 KB	4 KB	8 KB	8 KB	16 KB	16 KB	16 KB
Celkem výstupů	4 KB	4 KB	8 KB	8 KB	16 KB	16 KB	16 KB
Digitální vstupy	32768	32768	65536	65536	131072	131072	131072
Digitální výstupy	32768	32768	65536	65536	131072	131072	131072
Analogové vstupy	2048	2048	4096	4096	8192	8192	8192
Analogové výstupy	2048	2048	4096	4096	8192	8192	8192
Čítače	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
Časovače	2048	2048	2048	2048	2048	2048	2048
Počet FB	750	1500	2048	2048	2048	2048	6144
Počet FC	750	1500	2048	2048	2048	2048	6144
Binární instrukce (µs)	0,075	0,075	0,045	0,045	0,03	0,03	0,018
Počet DP slave	32	64	96	96	125	125	125

Tabulka 3.1: Varianty CPU Simatic S7 400

3.3.2 Další varianty CPU Siemens Simatic S7 400

Dalšími variantami, které neuvádí Tabulka 3.1, jsou vysoce funkční (H) a vysoce zabezpečené (F) CPU na bázi CPU 414 a CPU 417.

3.3.2.1 Vysoce funkční PLC – H systém

U této varianty paralelně pracují dvě CPU. Jedno CPU funguje jako horká záloha, která v případě výpadku druhého CPU přebírá jeho funkci bez ztráty dat

3.3.2.2 Vysoce bezpečné PLC – F systém

Vysoce bezpečné PLC vyžadují speciální vstupně - výstupní moduly s označením F (safety integrated). Jsou určeny do vysoce bezpečných provozů.

3.4 Decentrální periferie systému Simatic S7 400

3.4.1 Profibus DP

- Nabízí možnost online programování a diagnostiky
- Některá CPU mají přímo integrovaný PROFIBUS DP interface
- Použití decentrálních modulů řady ET 200S
- Nejčastěji používaná decentrální periferie

3.4.2 AS – interface

- Výhodný pro binární I/O
- Po dvou vodičích nesena informace i napájení

3.4.3 Interbus

- Ve srovnání s Profibus málo pružný (ošetření poruch na síti, neumožňuje online programování)
- Vzdálenosti mezi jednotlivými stanicemi až 400 m (každá stanice funguje jako opakovač)
- Výhodou je snadné a relativně levné použití optiky

3.5 Decentrální moduly

Jako decentrální moduly pro systémy S7 400 lze využít buď kompaktní moduly ET 200L, u kterých má každá stanice pevně daný typ a počet vstupů a výstupů, který je dán typem modulu, nebo lze použít modulární moduly ET 200S, kde počet a typ vstupů a výstupů lze u každé stanice konfigurovat. Existují i decentrální moduly s vysokým krytím IP, které mohou být umístěny mimo rozvaděč. Popisem těchto modulů se však zabývat nebudeme, neboť pro návrh řídicího systému RTO jich nebude třeba.

Pozn.: Se systémy S7 300 se používají decentrální moduly ET 200M.

Více o decentrálních modulech lze nalézt v [5] a [8].

3.5.1 ET 200L

- Krytí IP 20
- Levné bloky digitálních I/O
- Obsahují až 32 kanálů (dle konkrétního typu)

3.5.2 ET 200S

- Krytí IP 20
- Disponuje i vlastní CPU s DP rozhraním
- Lze volně konfigurovat (digitální a analogové I/O, další moduly)
- Maximální délka jedné stanice je 2 m

3.6 Programování Siemens Simatic S7 400

Detailní popis programování systémů Simatic S7 lze nalézt v [9] a [10].

3.6.1 Programovací prostředí

Na vývoj programů pro programovatelné automaty Simatic řady S7 se používá programovací prostředí SIMATIC Step7.

Centrálním nástrojem pro práci s projektem je SIMATIC manager, vlastní programování se provádí v editorech popsaných níže.

3.6.1.1 Editor hardware konfigurace

Slouží k sestavování hardwarové konfigurace. Komponenty se do hardwarové konfigurace vkládají z katalogu.

3.6.1.2 Editor síťových připojení

Slouží ke konfiguraci sítí a síťových stanic. Jednotlivé stanice a sítě se vkládají z katalogu.

3.6.1.3 Editor programových bloků

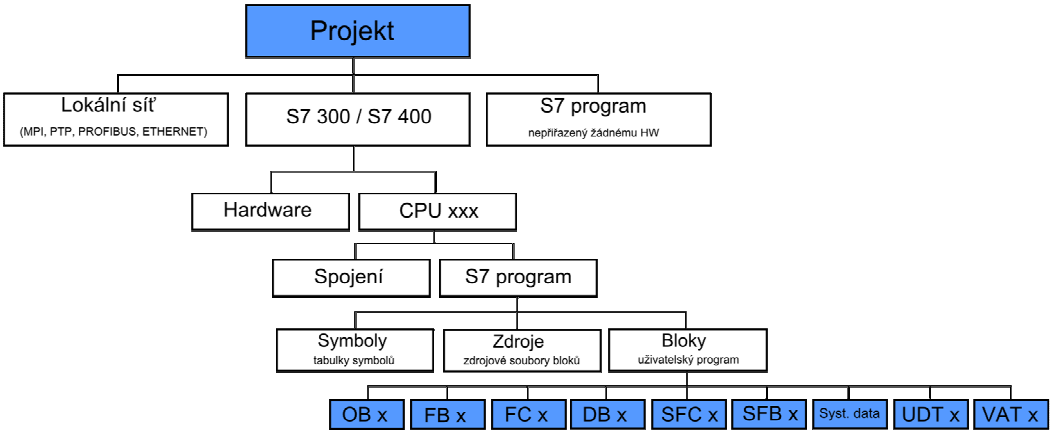
Editor programových bloků slouží k vlastnímu programování. Program je rozdělen do segmentů (networků), přičemž každý network je označen číslem 1…n a je možné mu přiřadit název a komentář.

Vlastní kód programu lze zobrazit v jednom ze tří základních jazyků - LAD, FBD nebo STL (programovací jazyky blíže popisuje kapitola 3.6.4).

3.6.1.4 Editor symbolů

Editor symbolů slouží k přiřazení symbolů adresám použitým v programu. Všechny symboly a adresy musí být unikátní.

3.6.2 Hierarchie objektů Simatic Step7



Obrázek 3.1: Hierarchie objektů Simatic Step7

3.6.2.1 Lokální síť

Obsahuje nastavení síťových parametrů dané sítě.

3.6.2.2 Hardware

Konfigurační tabulka, která obsahuje konfigurační data stanic a parametry jednotek.

3.6.2.3 Spojení

Tabulka obsahující definice komunikačních spojení mezi účastníky v jedné síti.

3.6.2.4 Symboly

Tabulka přiřazení *Absolutní adresa – Symbol –Komentář*.

3.6.2.5 Zdroje

Může obsahovat zdrojové kódy pro uživatelské programy v textové podobě.

3.6.2.6 Bloky

Obsahují uživatelský program. Více o programových blocích popisuje kapitola 3.6.5.

3.6.3 Projekty a knihovny

3.6.3.1 Projekt

Projekt slouží k uspořádanému uložení všech dat a programů, vzniklých při řešení jednoho úkolu.

3.6.3.2 Knihovna

Knihovny slouží k ukládání opětovně použitelných částí programů. Simatic Step7 obsahuje knihovnu s následujícími programy:

- Systémové funkční bloky
- Simatic S5 – S7 konvertující bloky[1]
- TI – S7 konvertující bloky[2]
- IEC konvertující bloky[3]
- Komunikační bloky
- Bloky pro PID regulaci
- Organizační bloky

3.6.4 Základní programovací jazyky

Prostředí SIMATIC Step7 umožňuje použití třech základních programovacích jazyků pro tvorbu uživatelského programu. Popis jednotlivých jazyků, jejich výhody a nevýhody, jsou popsány níže. Více o níže uvedených programovacích jazycích a o dalších vyšších jazycích lze nalézt v [9].

3.6.4.1 LAD

Programovací jazyk LAD (Kontaktní schéma - *Ladder diagram*) se podobá klasickému řádkovému schématu reléové logiky, je proto snadno čitelný. V online programování lze velmi dobře sledovat změny logických úrovní jednotlivých proměnných apod. Nelze vytvářet složitější logické struktury.

---

[1] Náhrada systémových funkcí verze SIMATIC S5.

[2] Speciální převodní funkce na 16 – bitový formát pro analogové výstupy (FC 105, FC 106).

[3] Převodní funkce mezi různými datovými formáty.

3.6.4.2 FBD

Jazyk FBD (Funkční bloky - *Function block diagram*) umožňuje vytvářet složitější logické struktury, než LAD. V online programování lze též dobře sledovat změny. FBD nelze použít např. pro práci s adresními registry.

3.6.4.3 STL

Jazyk STL (Seznam instrukcí - *Statement list*) je ze všech třech uvedených jazyků nejefektivnější, ale vyžaduje hlubší znalosti programátora a program v něm napsaný není pro méně zkušeného programátora tak přehledný, jako v LAD nebo v FBD.

3.6.5 Programové bloky Simatic Step7

3.6.5.1 OB – Organizační blok

Je vyvoláván v přerušení. Každé přerušení vyvolává jiný OB.

3.6.5.2 FC - Funkce

Uživatelem definovaná funkce, která může mít vstupní, výstupní, vstupně – výstupní a dočasné (*Temporary*) proměnné (více o proměnných v kapitole 3.6.7).

3.6.5.3 FB – Funkční blok

Funkční blok je podobný funkci, ale navíc si může pamatovat vnitřní stavy v tzv. statických proměnných. Tyto statické proměnné jsou uloženy v instančním datovém bloku (instančním DB).

3.6.5.4 DB – Datový blok

Pevný paměťový prostor, ve kterém jsou uložena data. Lze do něj zapisovat a lze z něj číst. Paměťový blok může být instanční (přiřazený konkrétnímu FB) nebo globální (přístupný z celého programu).

3.6.5.5 Další bloky

- SFB - Systémové FB
- SFC - Systémové FC
- SDB -Systémová data – obsahují zkompilovanou hardware konfiguraci a definice síťových spojení
- VAT – tabulky pro sledování proměnných přiladění programu
- UDT – uživatelsky definované typy (více v kapitole 3.6.6.3)

3.6.6 Datové typy

3.6.6.1 Základní datové typy

- BOOL, BYTE, WORD, DWORD, CHAR
- INT, DINT, REAL
- S5TIME, DATE, TIME, TIME_OF_DAY

3.6.6.2 Složené datové typy

- DATE_AND_TIME, STRING, ARRAY, SRUCT

3.6.6.3 Uživatelsky definované datové typy

Uživatelsky definované datové typy (UDT) se definují v uživatelském programu do bloků, jejich každý řádek obsahuje libovolný základní nebo složený datový typ.

3.6.7 Proměnné

V prostředí SIMATIC Step7 se definují následující typy proměnných:

- Vstupní
- Výstupní
- Vstupně – výstupní
- Dočasné (*Temporary*) – mají pouze lokální platnost a jejich stav není na začátku cyklu definován a může mít libovolnou hodnotu
- Statické – využívají jich pouze FB a jejich stavy jsou uloženy v instančním datovém bloku

3.6.8 Zápisníková paměť (M - Merker)

Zápisníková paměť má globální platnost a používá se převážně pro ukládání dvoustavových hodnot. Část zápisníkové paměti lze nastavit jako remanentní. To znamená, že bude uchovávat svůj obsah i při vypnutí CPU. Jeden Byte zápisníkové paměti lze nastavit jako taktování. Remanence i taktování se nastavuje při parametrizaci CPU v hardware konfiguraci.

3.7 Regulátory

Pro regulace lze využít buď hardwarové nebo softwarové regulátory. Oba typy regulátorů jsou popsány v následujících dvou kapitolách.

3.7.1 Hardwarové regulátory

Pro regulaci v uzavřené smyčce (odkazuji na [14]) nabízí systém Simatic S7 univerzální funkční modul FM 455, který lze použít např. pro regulaci teploty, tlaku, průtoku, hladiny apod.

Modul FM 455 je k dispozici ve dvou verzích. Jako spojitý regulátor (FM 455C) a diskrétní regulátor (FM 455S).

Více informací o funkčních modulech poskytuje [7] a [13].

3.7.2 Softwarové regulátory

Součástí prostředí SIMATIC Step7 je knihovna *Standard Library* s částí *PID Control Blocks*, která obsahuje prvky pro realizaci softwarových regulátorů. K dispozici je také pomocný grafický prostředek *PID Control* pro nastavování parametrů regulátoru.

Součástí *Standard Library*, části *PID Control Blocks*, jsou bloky popsané níže.

Podrobnosti a logiky jednotlivých bloků pro softwarovou regulaci popisuje [12] a lze je nalézt též v nápovědě programovacího prostředí SIMATIC Step7.

3.7.2.1 FB41, CONT_C

Slouží k regulaci technologických procesů s analogovým vstupem i výstupem (regulace na pevnou žádanou hodnotu, vícenásobné regulace, kaskádní regulace, poměrové regulace).

3.7.2.2 FB42, CONT_S

Slouží k regulaci technologických procesů s digitálním vstupem regulátoru na integrační akční členy (PI regulace na pevnou žádanou hodnotu, 2. regulátor kaskádní regulace, poměrová regulace).

3.7.2.3 FB43, PULSEGEN

Funkce převádí výstupní signál z FB41 na pulsy.

3.7.2.4 FB44, TCONT_CP

Kompletní PID teplotní regulátor s analogovým i digitálním výstupem.

3.7.2.5 FB45, TCONT_S

PI teplotní regulátor s digitálním výstupem na integrační akční člen.

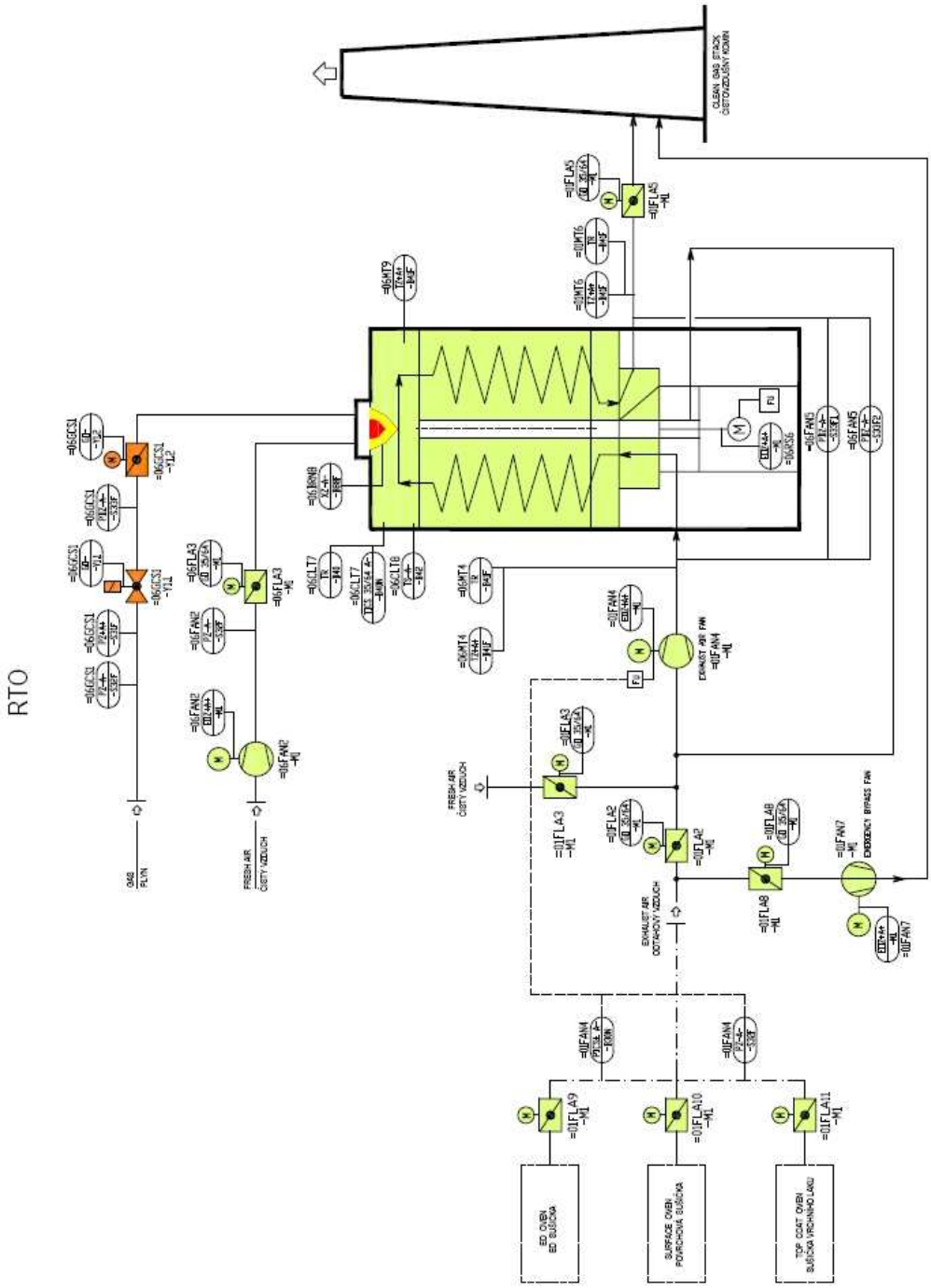
4 Návrh řídicího systému RTO

V této kapitole bude sestavena hardwarová konfigurace systému RTO. Konkrétní technologické schéma systému RTO, dodané zadavatelem práce, zachycuje Obrázek 4.1. Pro návrh je k dispozici též elektrotechnická dokumentace a bloková schémata konkrétní technologie RTO. Obojí je obsahem přiloženého CD.

Pro návrh řídicího systému je k dispozici hardware firmy Siemens a veškerá zařízení, která budou zahrnuta do hardwarové sestavy systému RTO, budou volena tak, aby optimálně pokryla všechny potřebné požadavky při zachování minimální ceny a zároveň nebyla na hranici použitelnosti.

Pro efektivní návrh a konfiguraci jednotlivých komponent hardware byl použit nástroj *SIMATIC Selection Tool*[1], který poskytuje uživateli dobrou kontrolu nad navrhovaným systémem.

[1] Jedná se o volně dostupný projektový manager, který slouží ke konfiguraci HW sestav z produktů Siemens SIMATIC S7. Tento software je dostupný na internetové adrese https://mall.automation.siemens.com/CZ/guest/index.asp?aktPrim=0&aktTab=5&lang=cz&nodeID=1000000



Obrázek 4.1: Technologické schéma RTO

4.1 Požadavky na hardware

Aby bylo možné navrhovat řídicí systém, je třeba nejprve shrnout všechny požadavky, které jsou pro jeho návrh nutné. Nejdůležitějším faktorem při návrhu řídicího systému je počet všech vstupů a výstupů. Při volbě komponent hardwarové sestavy budeme proto vycházet z požadavků, které shrnuje Tabulka 4.1, v níž jsou uvedeny celkové počty vstupů a výstupů a počty vstupů a výstupů v jednotlivých sektorech systému RTO. Detaily lze nalézt v elektronické dokumentaci na přiloženém CD.

Digitální vstupy			**Digitální výstupy**		
	P 9.0	120		P 9.0	64
	P 9.1	40		P 9.1	16
	P 9.2	36		P 9.2	16
	OP	40		OP	32
	P 3	20		P 3	11
	P 5	19		P 5	11
	P 8	19		P 8	16
Celkem:		**294**	**Celkem:**		**166**
Analogové vstupy			**Analogové výstupy**		
	P 9.0	8		P 9.0	4
	P 9.1	-		P 9.1	-
	P 9.2	-		P 9.2	-
	OP	-		OP	-
	P 3	-		P 3	-
	P 5	-		P 5	-
	P 8	-		P 8	-
Celkem:		**8**	**Celkem:**		**4**

Tabulka 4.1: Požadavky na hardware

4.2 Návrh hardware

4.2.1 CPU

Volba CPU vychází z požadavků na hardware, které jsou specifikovány v kapitole 4.1 a z velikosti paměti, kterou bude využívat uživatelský program. Velikost této paměti byla určena až po naprogramování software. CPU se tedy, narozdíl od ostatních komponent HW sestavy, dimenzovalo až po naprogramování software. Požadavky na CPU shrnuje Tabulka 4.2.

Na základě uvedených požadavků byla vybrána centrální procesorová jednotka CPU 412 - 1, jejíž základní specifikaci uvádí Tabulka 4.3.

Požadavky na CPU	
Vstupy celkem	**334**
Výstupy celkem	**198**
Analogové vstupy	**8**
Analogové výstupy	**4**
Paměť celkem	**cca 100 KB**

Tabulka 4.2: Požadavky na CPU

CPU 412-1		
Objednací číslo		6ES7412-1XF04-0AB0
Napájecí napětí		24 V
Paměť		
	Integrovaná	144 KB
	Program	72 KB
	Data	72 KB
Adresní prostor		
	Celkem vstupy / výstupy	4 KB / 4 KB
	Digitální vstupy / výstupy	32768 / 32768
	Analogové vstupy / výstupy	2048 / 2048
Čítače/Časovače		2048 / 2048
FB		256
FC		256
DB		256
Binární instrukce		0,1 µs
Počet DP slave zařízení		32

Tabulka 4.3: Centrální procesorová jednotka

4.2.2 Decentrální vstupy a výstupy

Pro decentrální vstupy a výstupy jsou použity modulární decentrální moduly ET 200S společně s kartami pro digitální vstupy a výstupy a kartami pro analogové vstupy a výstupy. Modulární moduly byly zvoleny proto, že navrhovaný řídicí systém nebude použit na konkrétním RTO a počty vstupů a výstupů bude tím pádem možno jednoduše konfigurovat v případě různých požadavků na různé řídicí systémy.

Celkem budou v systému použity tři moduly ET 200S, přičemž jeden bude umístěn v technologickém úseku P 9.0, druhý v úseku P 9.1 a třetí v úseku P 9.2. (pro podrobnější informace o technologických úsecích odkazuji na elektronickou dokumentaci na přiloženém CD). Každý modul ET 200S bude obsahovat jednotku pro komunikaci s nadřazeným zařízením (*Interface modul*), karty pro vstupy a výstupy a napájecí moduly (návrh napájecích modulů popisuje kapitola 4.2.4.2. *Interface moduly* mají integrované Profibus DP rozhraní.

Technologické úseky P3, P5 a P8 mají vlastní řídicí systémy, jejichž CPU komunikují s CPU v úseku P 9.0 pomocí DP / DP couplerů[1]. Návrhem hardware pro technologické úseky P3, P5 a P8 se práce nezabývá.

Počet karet pro digitální vstupy, digitální výstupy, analogové vstupy a analogové výstupy vychází z požadavků uvedených v kapitole 4.1.

Popis hardware pro decentrální vstupy a výstupy obsahuje následujících pět tabulek.

[1] Komponenta, která umožňuje komunikaci dvou nadřazených zařízení. (V tomto případě dvou CPU).

Interface modul pro ET 200S	
Objednací číslo	6ES7151-1AA05-0AB0
Napájecí napětí	24 V
Ochrana proti přepólování	Ano
Protokol	Profibus DP
Vstupy	128 Byte
Výstupy	128 Byte
Maximální délka přívodu	1200 m

Tabulka 4.4: Interface modul pro ET 200S

Karta digitálních vstupů	
Objednací číslo	6ES7131-4BF00-0AA0
Napájecí napětí	24 V
Ochrana proti přepólování	Ano
Počet DI	8
Vstupní napětí pro log 0	- 30 až + 5 V
Vstupní napětí pro log 1	+ 15 až + 30 V

Tabulka 4.5: Karta digitálních vstupů

Karta digitálních výstupů	
Objednací číslo	6ES7132-4BF00-0AA0
Napájecí napětí	24 V
Ochrana proti přepólování	Ano
Počet DO	8
Výstupní proud pro log 0	max. 0,3 mA
Výstupní proud pro log 1	+ 7 až + 600 mA

Tabulka 4.6: Karta digitálních výstupů

Karta analogových vstupů	
Objednací číslo	6ES7134-4FB01-0AB0
Napájecí napětí	24 V
Ochrana proti přepólování	Ano
Počet AI	2
Rozsah vstupního napětí (1)	+1 - +5 V
Rozsah vstupního napětí (2)	-5 - +5 V
Rozsah vstupního napětí (3)	-10 - +10 V

Tabulka 4.7: Karta analogových vstupů

Karta analogových výstupů	
Objednací číslo	6ES7135-4FB01-0AB0
Napájecí napětí	24 V
Ochrana proti přepólování	Ano
Počet AO	2
Rozsah výstupního napětí (1)	+1 - +5 V
Rozsah výstupního napětí (2)	-10 - +10 V

Tabulka 4.8: Karta analogových výstupů

4.2.3 Decentrální periferie

4.2.3.1 Komunikace mezi CPU, moduly ET 200S a operačním panelem

Pro komunikaci mezi centrální procesorovou jednotkou systému, operačním panelem, moduly ET 200S a DP / DP couplery bude použita průmyslová sběrnice Profibus DP. Jednak z důvodu, že moduly ET 200S mají integrované DP rozhraní a jednak z důvodu širších možností programátorů při následním uvádění navrženého systému do provozu a možnosti online programování. Tabulka 4.9 obsahuje přehled všech zařízení připojených do sítě Profibus DP včetně adres.

Stanice	Umístění	Adresa
Hlavní CPU	P 9.0	2
ET 200S	P 9.0	3
ET 200S	P 9.1	4
ET 200S	P 9.2	5
DP / DP coupler	P 3	6
DP / DP coupler	P 5	7
DP / DP coupler	P 8	8

Tabulka 4.9: Zařízení v síti Profibus DP

4.2.3.2 Komunikace s vizualizací

Pro komunikaci s vizualizační systémem, který poběží na vzdáleném PC, bude použita sběrnice Ethernet. Do systému je tedy třeba zakomponovat komunikační procesor, pomocí něhož bude možno komunikovat s vizualizačním systémem po Ethernet sběrnici. Pro tento účel byl zvolen základní komunikační procesor pro komunikaci CPU s Ethernet rozhraním. Jeho základní parametry popisuje Tabulka 4.10.

Komunikační procesor CP 443 - 1	
Objednací číslo	6GK7443-1EX20-0XE0
Rychlost přenosu dat	10 / 100 Mbit / s
Připojení	S7 400 do Industrial Ethernet

Tabulka 4.10: Ethernet komunikační procesor

4.2.4 Napájecí zdroje

V této kapitole budou navrženy napájecí zdroje pro CPU a pro vstupní a výstupní karty decentrálních modulů ET 200S.

4.2.4.1 Napájecí zdroj pro CPU

Volba napájecího zdroje pro centrální procesorovou jednotku systému a pro komunikační Ethernet procesor vychází z požadavků na napájecí napětí a proudový odběr. Pro napájení těchto dvou komponent byl zvolen CPU byl zvolen následující zdroj.

Napájecí zdroj PS 405	
Objednací číslo	6ES7405-0DA02-0AA0
Operační napětí	24, 48, 60 V DC
Výstupní proud	4 A

Tabulka 4.11: Napájecí zdroj PS 405

4.2.4.2 Napájecí moduly pro ET 200S

Pro napájení vstupních a výstupních karet byl zvolen standardní napájecí modul, jehož základní parametry popisuje Tabulka 4.12. Napájecí modul slouží vždy pro napájení určité skupiny vstupních nebo výstupních karet. Počet jednotlivých typů karet na jeden napájecí modul závisí na konkrétním proudovém odběru dané karty.

Pro správné nadimenzování napájecích modulů pro vstupní a výstupní karty byl použit konfigurátor *SIMATIC Selection Tool*.

Napájecí modul pro vstupní a výstupní karty	
Objednací číslo	6ES7138-4CA01-0AA0
Výstupní napětí	24 V
Max. proud	10 A
Ochrana proti přepólování	Ano

Tabulka 4.12: Napájecí modul pro vstupní a výstupní karty

4.2.5 Operační panel

V hlavním rozvaděči v úseku P 9.0 bude umístěn operační panel, ze kterého bude možno řídit systém RTO. Panel musí umožňovat komunikaci se standardem Profibus DP a musí být schopen obsluhovat požadované počty vstupů a výstupů uvedené v kapitole 4.1. Pro tento účel byl zvolen 12“ operační panel, který blíže specifikuje Tabulka 4.13.

Operační panel OP 270	
Objednací číslo	6AV6542-0CC10-0AX0
Napájecí napětí	24 V DC
Velikost dislpleje	10,4"
Typ displeje	LCD
Rozlišení (pixelů)	640 x 480
Počet barev	256
Programovatelných kláves	36
Systémových kláves	38

Tabulka 4.13: Barevný operační panel OP 270

4.2.6 Centrální vana

V hlavním rozvaděči P 9.0 bude umístěna vana z devíti sloty, ve které bude zasazen napájecí zdroj, centrální procesorová jednotka a Ethernet komunikační procesor.

Vana UR2	
Objednací číslo	6ES7400-1JA01-0AA0
Počet slotů	9

Tabulka 4.14: Centrální vana

4.3 Výběr regulátorů

V hlavní spalovací komoře systému RTO je třeba regulovat teplotu. Požadavek na regulátor je takový, aby teplota nabíhala podle určité teplotní křivky (s daným teplotním gradientem) a po dosažení požadované teploty se udržovalo určité teplotní pásmo.

Z ohledem na výslednou cenu řídicího systému a s ohledem na charakter procesu (pomalý proces) byl pro regulaci teploty v hlavní spalovací komoře zvolen softwarový regulátor, který bez problémů pokryje požadavky na regulaci a není třeba použití hardwarového regulátoru. Návrh řešení softwarového regulátoru je popsán v kapitole 6.8.

4.4 Celková sestava hardware

Na závěr kapitoly, zabývající se návrhem řídicího systému, bude popsán řídicí systém jako celek pro vytvoření názorné představy o řídicím systému.

Tabulka 4.15 obsahuje kompletní specifikaci hardware pro systém RTO včetně cen a počtů kusů všech komponent.

Obrázek 4.2 principiálně znázorňuje hardwarovou sestavu řídicího systému pro RTO, včetně sběrnic použitých pro komunikace.

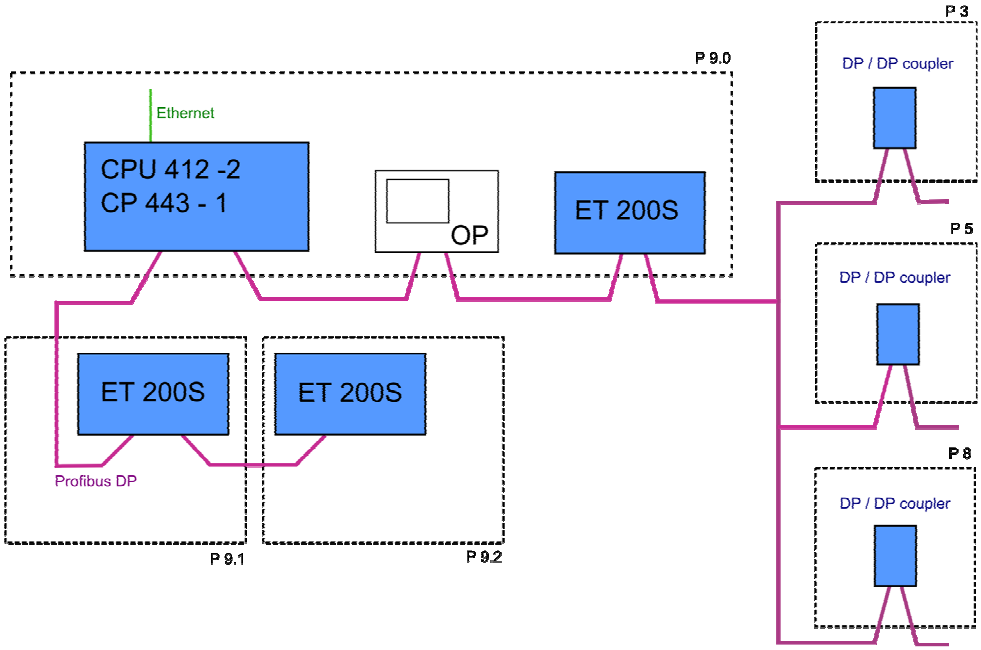
V rozvaděči v technologickém úseku P 9.0 je umístěna centrální vana s devíti sloty, ve které je zasazen napájecí zdroj PS 405, centrální procesorová

jednotka CPU 412 – 1 a komunikační procesor CP 443 - 1. Pro obsluhu decentrálních vstupů a výstupů v technologickém úseku P 9.0 slouží decentrální modul ET 200S. Tento obsahuje komunikační modul pro komunikaci s Profibus DP sběrnicí, karty pro digitální vstupy a výstupy, karty pro analogové vstupy a výstupy a jim příslušející napájecí moduly. Na rozvaděči P 9.0 je též umístěn operační panel pro řízení systému RTO.

V rozvaděčích v technologickém úseku P 9.1 a P 9.2 jsou umístěny decentrální moduly ET 200S, obsahující komunikační moduly pro komunikaci s Profibus DP sběrnicí, karty digitálních vstupů a výstupů společně s jejich napájecími moduly.

HW pro úseky P 9.0, P 9.1, P 9.2 (S7 400)				
Název komponenty	**Objednací číslo**	**Cena**	**ks**	**Cena celkem**
Vana UR2	6ES7400-1JA01-0AA0	374,30 €	1	374,30 €
CPU 412 - 2	6ES7412-1XF04-0AB0	700,00 €	1	700,00 €
CP 443 - 1	6GK7443-1EX20-0XE0	1 680,00 €	1	1 680,00 €
Operační panel	6AV6542-0CC10-0AX0	3 100,00 €	1	3 100,00 €
Napájecí zdroj PS 405	6ES7405-0DA02-0AA0	301,00 €	1	301,00 €
Interface modul ET 200S	6ES7151-1AA05-0AB0	220,00 €	3	660,00 €
Karta digitálních vstupů (8 DI)	6ES7131-4BF00-0AA0	37,50 €	25	937,50 €
Karta digitálních výstupů (8 DO)	6ES7132-4BF00-0AA0	43,40 €	12	520,80 €
Karta analogových vstupů (2 AI)	6ES7134-4FB01-0AB0	112,00 €	4	448,00 €
Karta analogových výstupů (2 AO)	6ES7135-4FB01-0AB0	111,50 €	2	223,00 €
Napájecí modul pro I a O karty	6ES7138-4CA01-0AA0	11,60 €	9	104,40 €
Terminal modul pro I a O karty *	6ES7193-4CA40-0AA0	43,90 €	9	395,10 €
Terminal modul pro napájecí moduly	6ES7193-4CD20-0AA0	6,60 €	9	59,40 €
			Celkem:	**9 444,10 €**
* Cena odpovídá balení 5 ks terminal modulů				

Tabulka 4.15: Kompletní specifikace hardware systému RTO (S7 400)



Obrázek 4.2: Hardwarová sestava systému RTO

4.5 Srovnání se systémy SIMATIC S7 – 300

Pro případ, že by ze strany zadavatele nebyl požadavek na použití SIMATIC S7 400 jako hlavní řídicí jednotky, uvádí Tabulka 4.16, pro srovnání, kompletní hardware sestavu realizovanou na systémech SIMATIC S7 300.

HW pro úseky P 9.0, P 9.1, P 9.2 (S7 300)				
Název komponenty	**Objednací číslo**	**Cena**	**ks**	**Cena celkem**
Montážní lišta 160 mm	6ES7390-1AB60-0AA0	17,15 €	1	17,15 €
CPU 312	6ES7312-1AE14-0AB0	340,00 €	1	340,00 €
CP 342 - 5 Profibus DP	6GK7342-5DA02-0XE0	690,00 €	1	690,00 €
CP Ethernet	6GK7343-1EX30-0XE0	1 090,00 €	1	1 090,00 €
Operační panel	6AV6542-0CC10-0AX0	3 100,00 €	1	3 100,00 €
Napájecí zdroj PS 307	6ES7307-1BA00-0AA0	98,00 €	1	98,00 €
Paměťová karta pro S7 300 64 kB	6ES7953-8LF20-0AA0	36,40 €	1	36,40 €
Interface modul ET 200S	6ES7151-1AA05-0AB0	220,00 €	3	660,00 €
Karta digitálních vstupů (8 DI)	6ES7131-4BF00-0AA0	37,50 €	25	937,50 €
Karta digitálních výstupů (8 DO)	6ES7132-4BF00-0AA0	43,40 €	12	520,80 €
Karta analogových vstupů (2 AI)	6ES7134-4FB01-0AB0	112,00 €	4	448,00 €
Karta analogových výstupů (2 AO)	6ES7135-4FB01-0AB0	111,50 €	2	223,00 €
Napájecí modul pro I a O karty	6ES7138-4CA01-0AA0	11,60 €	9	104,40 €
Terminal modul pro I a O karty *	6ES7193-4CA40-0AA0	43,90 €	9	395,10 €
Terminal modul pro napájecí moduly	6ES7193-4CD20-0AA0	6,60 €	9	59,40 €
			Celkem:	**8 719,75 €**
* Cena odpovídá balení 5 ks terminal modulů				

Tabulka 4.16: Kompletní specifikace hardware systému RTO (S7 300)

5 Specifikace navrhovaného systému

Tato kapitola shrnuje pohled na základní koncepci systému, získanou analýzou blokových schémat technologie RTO, dodaných zadavatelem práce, doplněnou slovním zadáním se specifikací detailů. Jsou zde popsány operační režimy systému a popis chování jednotlivých zařízení systému v těchto režimech. Kapitola tak shrnuje požadavky na funkci navrhovaného software.

5.1 Použitý hardware a komunikace

Technologické řízení RTO je realizováno na systémech firmy Siemens. Jako komunikační rozhraní mezi CPU a ostatními zařízeními slouží průmyslová sběrnice Profibus a Ethernet.

5.2 Operační režimy

Zařízení se mohou nacházet ve dvou operačních režimech (módech) – *Automatický* a *Manuální*. Hlavními důvody pro použití *Manuálního režimu* jsou testování zařízení, jejich údržba a uvádění do provozu. V jiných případech by neměl být používán. *Automatický* režim je používán v průběhu produkce.

5.2.1 Automatický režim

Pro přepínání režimů je nezbytné použít klíč. Klíč je použit jen pro předvolbu režimu a *Automatický režim* nenastane pouhou volbou režimu. Všechna zařízení přejdou do *Automatického režimu*, jestliže je klíč v poloze *Automatický režim* a je stisknuto tlačítko *Auto start*.

5.2.2 Manuální režim

Je-li pomocí klíče zvolen *Manuální režim*, všechna zařízení i nadále setrvávají v *Automatickém režimu*, dokud není stisknuto tlačítko příslušející

danému zařízení pro přepnutí do *Manuálního režimu* (např. Start, Stop). Změna se projeví vždy pouze u daného zařízení.

5.3 Řídicí operační režimy

5.3.1 Místní režim

Je-li zvolen *Místní režim*, lze technologický úsek RTO řídit pouze pomocí tlačítek na rozvaděčích nebo z operačního panelu. Operační panel je použit zejména pro nastavování parametrů pro zařízení. Z tohoto panelu lze startovat a zastavovat RTO. V tomto režimu slouží vizualizační systém pouze pro zobrazování stavů technologického úseku.

5.3.2 Vzdálený režim

Ve Vzdáleném režimu mohou být všechny parametry nastavovány pouze z vizualizačního systému. RTO lze nastartovat i zastavit také pouze z vizualizačního systému. Všechna tlačítka na rozvaděčích jsou neaktivní, mimo nouzového tlačítka. Operační panel slouží v tomto režimu pouze pro zobrazování stavů technologického úseku.

5.4 Popis zařízení

V této kapitole bude specifikováno chování jednotlivých zařízení, které jsou součástí systému, v režimech popsaných v kapitole 5.5. Zařízení jsou rozčleněna do dvou funkčních skupin.

5.4.1 Funkční skupina 01

5.4.1.1 Klapka 01FLA2

V *Manuálním módu* se může klapka kdykoliv otevřít a zavřít. V *Automatickém* módu se klapka otevírá, jakmile je RTO v módu *Výroba*.

5.4.1.2 Klapka 01FLA3

V *Manuálním módu* se může klapka kdykoliv otevřít a zavřít. V *Automatickém* módu se klapka otevírá, jakmile je RTO v módu *Náběh* a zavírá, jakmile je RTO v módu *Výroba* nebo *Vypnuto*.

5.4.1.3 Ventilátor sání 01FAN4

V *Manuálním módu* je spuštění ventilátoru povoleno pouze tehdy, je-li otevřena klapka 01FLA5 a alespoň jedna z klapek 01FLA2 nebo 01FLA3 . Zapínání a vypínání ventilátoru v *Automatickém módu* je popsáno v kapitole 5.7.

5.4.1.4 Klapka 01FLA5

V *Manuálním módu* se může klapka kdykoliv otevřít a zavřít. V *Automatickém módu* je klapka otevřena, jakmile je RTO zapnuto.

5.4.1.5 Bypass ventilátor 01FAN7

Pro spuštění ventilátoru v *Manuálním módu* je nutné, aby byla otevřena klapka 01FLA8 a alespoň jedna z klapek pecí P3, P5 nebo P8.

5.4.1.6 Klapka 01FLA8

V *Manuálním módu* se může klapka kdykoliv otevřít a zavřít. Otevírání a zavírání klapky v *Automatickém módu* je popsáno v kapitole 5.7.

5.4.2 Funkční skupina 06

5.4.2.1 Ventilátor 06FAN2

V *Manuálním módu* může být ventilátor kdykoliv spuštěn i vypnut. V *Automatickém módu* je ventilátor spuštěn, jakmile je nastartováno RTO.

5.4.2.2 Klapka 06FLA3

V *Manuálním módu* se může klapka kdykoliv otevřít a zavřít. V *Automatickém režimu* je klapka otevřena, jakmile je RTO zapnuto.

5.4.2.3 Rotor 06DRS6

V *Manuálním módu* může být ventilátor kdykoliv spuštěn i vypnut. V *Automatickém režimu* je ventilátor spuštěn, jakmile je nastartováno RTO a běží do doby, dokud není aktivována porucha kategorie A nebo B (viz. kapitola 5.6) a pokud není aktivováno nouzové vypnutí.

5.4.2.4 Hořák 06GCS1

Hořák pracuje pouze v *Automatickém módu*, v *Manuálním módu* nemůže být zapnut. *Automatický režim* je popsán v kapitole 5.7.

5.5 Základní stavy RTO

5.5.1 Základní pozice

V *Základní pozici* jsou všechny ventilátory a hořák vypnuty, všechny klapky zavřeny, kromě klapky 01FLA8, která je otevřena.

Základní pozice je výchozí pozicí RTO. Pokud se RTO vypne, pak je po určitém čase nastavena *Základní pozice*.

5.5.2 Autotherm

Jestliže je teplota v hořákové komoře vyšší, než 840 ℃, potom přejde RTO do *Autotherm režimu*. V tomto režimu je vypnut hořák. *Autotherm* je automaticky vypnut, pokud je teplota v hořákové komoře nižší, než 830 ℃.

5.5.3 Vypnuto

Když je RTO vypnuto, všechna zařízení jsou v základní pozici a rotor hořáku běží.

5.5.4 Startování

Start RTO odpovídá startovací sekvenci popsané v kapitole 5.7.3.

5.5.5 Bypass

Tento režim je aktivován v případě poruchy kategorie B.

Klapka 01FLA8 je otevřena, klapka 01FLA2 je zavřena. Ventilátor 01FAN4 je vypnut, ventilátor 01FAN7 je zapnut.

5.5.6 Chlazení

Režim *Chlazení* lze aktivovat pouze tehdy, je-li RTO v režimu *Doběh*. Používá se zejména za účelem rychlého ochlazení pro potřeby údržby. *Chlazení* je automaticky vypnuto po šesti hodinách, nebo v případě nového startu RTO.

Klapka 01FLA3 je otevřena, klapka 01FLA2 zavřena. Ventilátor 01FAN4 běží.

5.5.7 Produkce

RTO je v módu *Produkce*, pokud je teplota 06MT4 v hořákové komoře v diferenci, klapky 01FLA2 a 01FLA5 jsou otevřeny a ventilátor 01FAN4, rotor v hořákové komoře 06DRS6 a hořák 06GCS1 běží.

5.5.8 Doběh

Když se vypne RTO, mód *Doběh* je automaticky nastaven. Po třech minutách jsou vypnuty ventilátory 01FAN4 a 06FAN2. RTO je v Základní pozici a rotor 06DRS6 ve spalovací komoře běží. Doběh RTO trvá 72 hodin.

5.6 Kategorie poruch

5.6.1 Kategorie A

Chyby kategorie A způsobí vypnutí RTO bez *Bypass módu*.

- Chyba LL úrovně měření tlaku 01FAN4Press
- Chyba HH úrovně měření teploty 06MT4
- Požární alarm

5.6.2 Kategorie B

Chyby kategorie B aktivují režim *Doběh*. Jestliže je chyba aktivována během produkce, je aktivován i režim *Bypass*.

- Porucha ventilátoru 01FAN4
- Porucha ventilátoru 06FAN2
- Porucha rotoru ve spalovací komoře 06DRS6
- Porucha hořáku 06GCS1
- Tlak 06FAN5_F1
- Tlak 06FAN5_F2
- Přehřátí 06MT9
- Přehřátí 01MT6

5.6.3 Kategorie C

Chyby této kategorie slouží pouze pro signalizaci.

- Poruchy klapek 01FLA2, 01FLA3, 01FLA5, 01FLA8 (nezavření nebo neotevření v předdefinovaném čase)
- Chyba H limitu teploty 06CLT7
- Chyba diference 01FAN4

5.6.4 Kategorie D

Chyby kategorie D způsobí přechod do režimu Chlazení.

- Chyba přehřátí ve spalovací komoře 06CLT8

5.7 Startovací a stop sekvence

5.7.1 Start RTO

Pro start RTO musí být aktivován *Automatický režim* a stisknuto tlačítko Start.

5.7.2 Vypnutí RTO

RTO lze zastavit stisknutím tlačítka Stop. Po jeho stisknutí je aktivován režim *Doběh*.

5.7.3 Startovací sekvence

RTO lze nastartovat, pokud není aktivní porucha kategorie A nebo B (viz. kapitola 5.6). V tomto případě po stisknutí tlačítka Start nejprve RTO přejde do *Základní pozice*. Po dosažení *Základní pozice* se začnou otevírat klapky 01FLA3 a 01FLA5 a startuje ventilátor 06FAN2. Když jsou obě klapky otevřeny, začne startovat ventilátor 01FAN4. Když ventilátor dosáhne požadovaných otáček, začíná proces zapnutí hořáku. Pro zapálení hořáku musí být splněna následující bezpečnostní smyčka:

- 01FAN4Press tlak v pořádku
- 01MT6 teplota v pořádku
- 06MT4 teplota v pořádku
- 06FAN5_F1 tlak v pořádku
- 06FAN5_F2 tlak v pořádku
- 06MT9 přehřátí ve spalovací komoře v pořádku

Jestliže jsou splněny všechny tyto podmínky, je vydán povel k zapálení hořáku a začíná regulace teploty. Žádaná hodnota teploty začíná na aktuální teplotě ve spalovací komoře v momentě zapálení hořáku a pak se zvětšuje o 200℃ za hodinu, až dosáhne hodnoty 800 ℃, což p ředstavuje žádanou, produkční hodnotu teploty ve spalovací komoře. (*Gradient* = 200 ℃ / h). Po dosažení produkční teploty ve spalovací komoře (dolní limit L a vyšší), po setrvání 10 min v tomto teplotním pásmu a pokud je aktivní jedno z pracovišť P3, P5 nebo P8, přejde RTO ze stavu *Náhřev* do režimu *Produkce*. V tomto okamžiku se začne otevírat klapka 01FLA2 (v případě, že je aktivní režim *Bypass*, zavře se klapka 01FLA8 a poté se vypne ventilátor 01FAN7). Když se klapka 01FLA2 otevře, začne se zavírat klapka 01FLA3. V případě, že teplota ve spalovací komoře dosáhne hodnoty 840 ℃, vypne se ho řák a znovu se zapne, až teplota klesne pod 830 ℃ (*Autotherm režim*). Naopak v případě, že klesne teplota pod dolní limit L, přejde RTO z režimu *Produkce* do stavu *Náhřev*, tzn., že se otevře klapka 01FLA3 a zavře se klapka 01FLA2. Pokud je aktivní jedno z pracovišť P3, P5 nebo P8, je aktivován režim *Bypass*.

6 Návrh algoritmu pro řízení RTO

V této kapitole bude popsán navržený algoritmus pro řízení RTO. Algoritmus řízení je naprogramován tak, aby vyhovoval požadavkům, které shrnuje kapitola 5. Navržený program je obsahem přiloženého CD, jeho vybrané části obsahuje příloha.

6.1 Použitý software

Pro vývoj software bylo použito standardní vývojové prostředí pro programování programovatelných automatů firmy Siemens, *SIMATIC Step7 v 5.2*, *Service Pack SP1*.

6.2 Použitý programový standard

Za účelem zefektivnění programování jsou využívány různé programové standardy. V tomto případě je použit *ATX standard pro tvorbu SW prostředí SIMATIC Step7* [11].

ATX standard pro tvorbu SW prostředí SIMATIC Step7 obsahuje přeprogramované bloky pro ovládání řady zařízení (např. Ovládání motoru, Ovládání motoru s frekvenčním měničem apod.). Při návrhu software pro řízení RTO jsou některé z těchto standardních bloků použity. Všechny programové bloky, které jsou součásti standardu, obsahuje přiložené CD.

6.3 Adresování a symbolické názvy

6.3.1 Vstupy a výstupy

Seznam adres vstupů a výstupů byl dodán zadavatelem práce v tabulce, jejíž řádky mají formát Adresa;Symbol;Komentář. Adresy jsou pojmenovány dle normy IEC 1131-3 (anglická mnemonika). Příklady uvádí Tabulka 6.1.

Typ	Značení
Binární vstupy	I byte.bit (např. I1.2)
Analogové vstupy	IW byte (např. IW132)
Binární výstupy	Q byte.bit (např. Q10.0)
Analogové výstupy	QW byte (např. QW148)

Tabulka 6.1: Příklad pojmenování adres vstupů a výstupů

6.3.2 Pojmenování proměnných

Jméno každé proměnné definované při návrhu software pro RTO dodržuje syntaxi dle *ATX standardu pro tvorbu SW prostředí SIMATIC Step7*. Systém značení proměnných je obsažen v příloze 9.1.

6.4 Merkery

Pro systémové merkery je vymezeno 10 Byte v oblasti MB0 až MB9 a převážná většina z nich je generována v FB 1. Přehled všech systémových merkerů obsahuje příloha 9.2.

V uživatelském programu jsou adresy merkerů voleny pro přehlednost tak, že začínají vždy na Byte, který je roven desetinásobku číselného označení programového bloku pro dané zařízení a končí na Byte, jehož adresa je rovna desetinásobku číselné hodnoty následujícího programového bloku, snížené o 1. Příklad uvádí Tabulka 6.2.

Oblast použití merkerů	Použité merkery
FB 251	Byte 2510...Byte 2519
FB 252	Byte 2520...Byte 2529

Tabulka 6.2: Používání merkerů v uživatelském programu

6.5 Rozvržení adres paměti

Rozvržení adres paměti spočívá v přidělení paměťového prostoru řídicím algoritmům všech zařízení, která jsou popsána v kapitole 5.4, a ostatním blokům uživatelského programu.

Rozvržení adres paměti pro zařízení funkční skupiny 01 a 06 popisuje Tabulka 6.3. Každému zařízení přísluší funkční blok (FB), ve kterém jsou naprogramovány základní podmínky pro chod zařízení a je v něm volán standardní funkční blok (STD FB, který je součástí ATX standardu pro tvorbu SW prostředí SIMATIC Step7) pro ovládání daného zařízení. Každému zařízení přísluší standardní bloky Status UDT, Alarm UDT a Analog UDT. Blok UDT představuje uživatelsky definovaný datový typ (viz. kapitola 3.6.6.3). Standardní blok Status UDT slouží pro uchovávání stavů daného zařízení, blok Alarm UDT k uchovávání alarmů generovaných zařízením a blok Analog UDT souží k uchování analogových hodnot zařízení.

Pro každé zařízení funkční skupiny 01 a 06 je vyhrazeno 80 paměťových bitů (merkerů).

Příklad: Základní algoritmus pro ovládání odvětrávací klapky 01FLA2 je naprogramován ve funkčním bloku FB 251. K uchovávání hodnot proměnných, používaných v FB 251, slouží instanční datový blok DB 251. Pro ovládání klapky je použit standardní funkční blok FB 1062, který je součástí ATX standardu pro tvorbu SW prostředí SIMATIC Step7. K ukládání stavů klapky 01FLA2 slouží uživatelsky definovaný datový typ UDT 1061, k ukládání alarmů UDT 2061 a pro analogové hodnoty je použit UDT 3061. Bloky UDT 1061, UDT 2061 a UDT 3061 jsou rovněž součástí ATX standardu pro tvorbu SW prostředí

SIMATIC Step7. Paměťovým bitům, které lze využívat pro klapku 01FLA2, je vyhrazen 2510. – 2519. Byte paměti.

Název zařízení	Označení	FB	IDB	Volaný FB	Status UDT	Alarm UDT	Analog UDT
Funkční skupina 01							
Odvětrávací klapka	**01FLA2**	251	251	1062	1061	2061	3061
Klapka čerstvého vzduchu	**01FLA3**	252	252	1062	1061	2061	3061
Tlak (odtahový ventilátor)	**01FAN4Press**	253	253	1200	1200	2200	3200
Odtahový ventilátor	**01FAN4**	254	254	1021	1021	2021	3021
Klapka čistého plynu	**01FLA5**	255	255	1062	1061	2061	3061
Teplota čistého plynu	**01MT6**	256	256	1200	1200	2200	3200
Bypass ventilátor	**01FAN7**	257	257	1021	1021	2021	3021
Funkční skupina 06							
Bypass klapka	**01FLA8**	258	258	1062	1061	2061	3061
Ventilátor vzduchu hořáku	**06FAN2**	271	271	1021	1021	2021	3021
Klapka vzduchu hořáku	**06FLA3**	272	272	1063	1061	2061	3061
Teplota odvětrávaného vzduchu	**06MT4**	273	273	1200	1200	2200	3200
Rotor hořáku	**06DRS6**	274	274	1021	1021	2021	3021
Teplota spalovacího prostoru	**06CLT7**	275	275	1200	1200	2200	3200
Hořák	**06GCS1**	276	276	1032	1032	2032	3032

Tabulka 6.3: Rozvržení adres paměti pro zařízení

Tabulka 6.4 znázorňuje rozvržení adres paměti pro celý uživatelský program. Všechny bloky v tabulce, které nesou označení STD, jsou součástí ATX standardu pro tvorbu SW prostředí SIMATIC Step7 a nebyly v průběhu implementace software modifikovány.

Název	Označení	Blok
Funkční bloky		
Operační módy	Operation Mode	FB 11
Chyby	Cabinet Faults	FB 12
Regulace teploty	PID 06CLT7	FB 150
Hlavní řídicí algoritmus	AUTO SEQ	FB 200
Statusy řídicího systému	RTO statuses	FB 201
Funkční skupina 01	Viz. Tabulka 6.3	FB 251 - FB 258
Funkční skupina 06	Viz. Tabulka 6.3	FB 271 - FB 276
Senzory skupiny 06	Sensors 06 group	FB 271

Standardní funkční bloky		
Ovládání ventilátoru	STD Fan	FB 1020
Ovládání ventilátoru s FI*	STD Fan_FI	FB 1021
Ovládání hořáku	STD Burner_Ext	FB 1031
Ovládání klapky	STD Flap	FB 1061
Měření analogových hodnot	STD Analog_Meas	FB 1200
Spojitý PID regulátor	STD PID Cont_C	FB 1550
Funkce		
Volání hlavního řídicího algoritmu	AUTO SEQ call	FC 200
Zařízení skupiny 01	01 Group	FC 250
Zařízení skupiny 06	06 Group	FC 270
Datové bloky		
Instanční datový blok Operační módy	IDB11_OperationMode	DB 11
Instanční datový blok Chyby	IDB12_CabinetFaults	DB 12
Statusy všech zařízení pro OP	COM Statuses_OP	DB 120
Alarmy všech zařízení	COM Alarms	DB 121
Analogy všech zařízení pro OP	COM Analogs_OP	DB 122
Statusy všech zařízení pro PC	COM Statuses_PC	DB 130
Analogy všech zařízení pro OC	COM Analogs_PC	DB 132
Instanční datový blok regulace teploty	IDB150_PID06CLT7	DB 150
Instanční datový blok AUTO SEQ	IDB200_AUTO SEQ	DB 200
Instanční datové bloky zařízení skupiny 01	IDB201xxx - IDB256xxx	DB 201 - DB 256
Instanční datové bloky zařízení skupiny 06	IDB271xxx - IDB276xxx	DB 271 - DB 276
Instanční datový blok Sezory skupiny 06	IDB277_06Sensors	DB 277
Uživatelsky definované datové typy		
Hlavní statusy	STD Status.General	UDT 1000
Statusy ventilátoru	STD Status.Fan	UDT 1020
Statusy ventilátoru s FI*	STD Status.FanFI	UDT 1021
Statusy hořáku	STD Status.BurnerRTO	UDT 1032
Statusy klapky	STD Status.Flap	UDT 1061
Statusy měření analogových hodnot	STD Status.AnalogVal	UDT 1200
Hlavní alarmy	STD Alarm.General	UDT 2000
Alarmy ventilátoru	STD Alarm.Fan	UDT 2020
Alarmy ventilátoru s FI*	STD Alarm.FanFI	UDT 2021
Alarmy hořáku	STD Alarm.BurnerRTO	UDT 2032
Alarmy klapky	STD Alarm.Flap	UDT 2061
Alarmy měření analogových hodnot	STD Alarm.AnalogVal	UDT 2200
Hlavní analogové hodnoty	STD Analog.General	UDT 3000
Analogy ventilátoru	STD Analog.Fan	UDT 3020
Analogy ventilátoru s FI*	STD Analog.FanFI	UDT 3021
Analogy hořáku	STD Analog.BurnerRTO	UDT 3032
Analogy klapky	STD Analog.Flap	UDT 3061
Analogy měření analogových hodnot	STD Analog.AnalogVal	UDT 3200
* ventilátor s frekvenčním měničem		

Tabulka 6.4: Rozvržení adres paměti uživatelského programu

6.6 Řídicí algoritmy

Hlavní řídicí algoritmus zajišťující automatický provoz všech zařízení funkční skupiny 01 a 06 je naprogramován ve funkčním bloku FB 200. Jeho funkce splňuje požadavky popsané v kapitole 5.

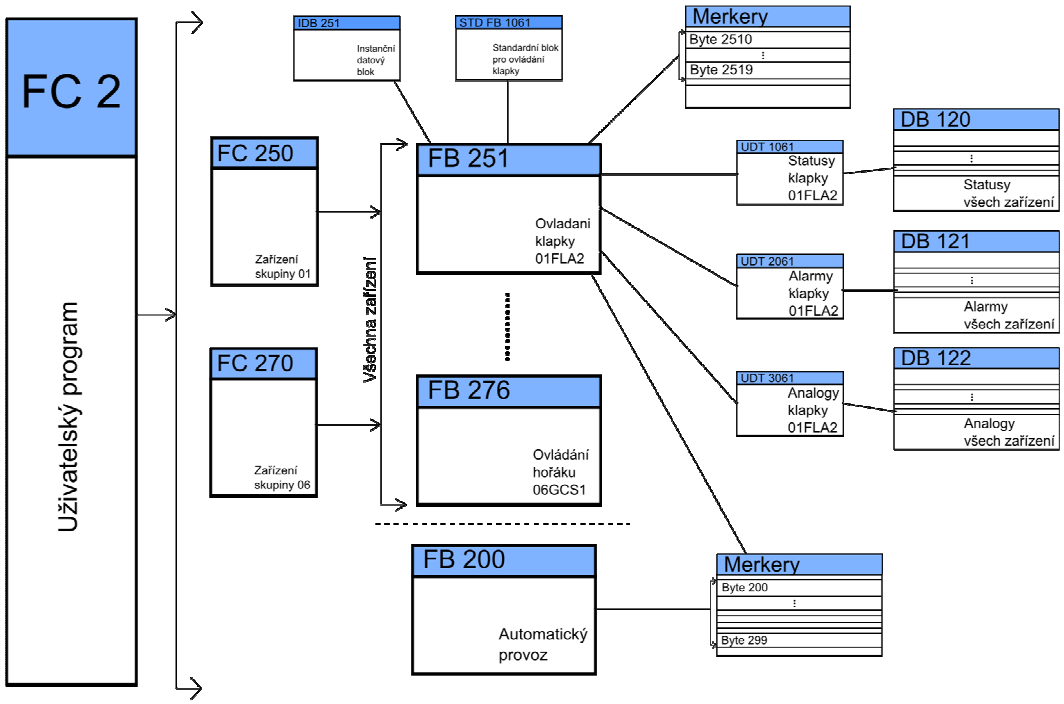
Funkční blok FB 200 operuje s rozsahem zápisníkové paměti Byte 200 – Byte 299. Do jednotlivých bitů části Byte 250 – Byte 251 ukládá informace o tom, zda má být dané zařízení funkční skupiny 01 a 06 automaticky spuštěno či vypnuto. Funkční bloky základních algoritmů pro ovládání zařízení skupin 01 a 06 (FB 251 – FB 258 a FB 271 – DB 276) k rozsahu zápisníkové paměti Byte 250 – Byte 251 přistupují a určují tak automatické zapnutí (příp. otevření) a vypnutí (příp. zavření) daného zařízení. Popsaný princip zjednodušeně znázorňuje Obrázek 6.1 v následující kapitole.

Hlavní řídicí algoritmus (FB 200) je obsažen v příloze 9.3.1. Řídicí algoritmus pro ovládání klapky (FB 251), jako ukázku principu programování jednotlivých zařízení, obsahuje příloha 9.3.3.

6.7 Struktura programu

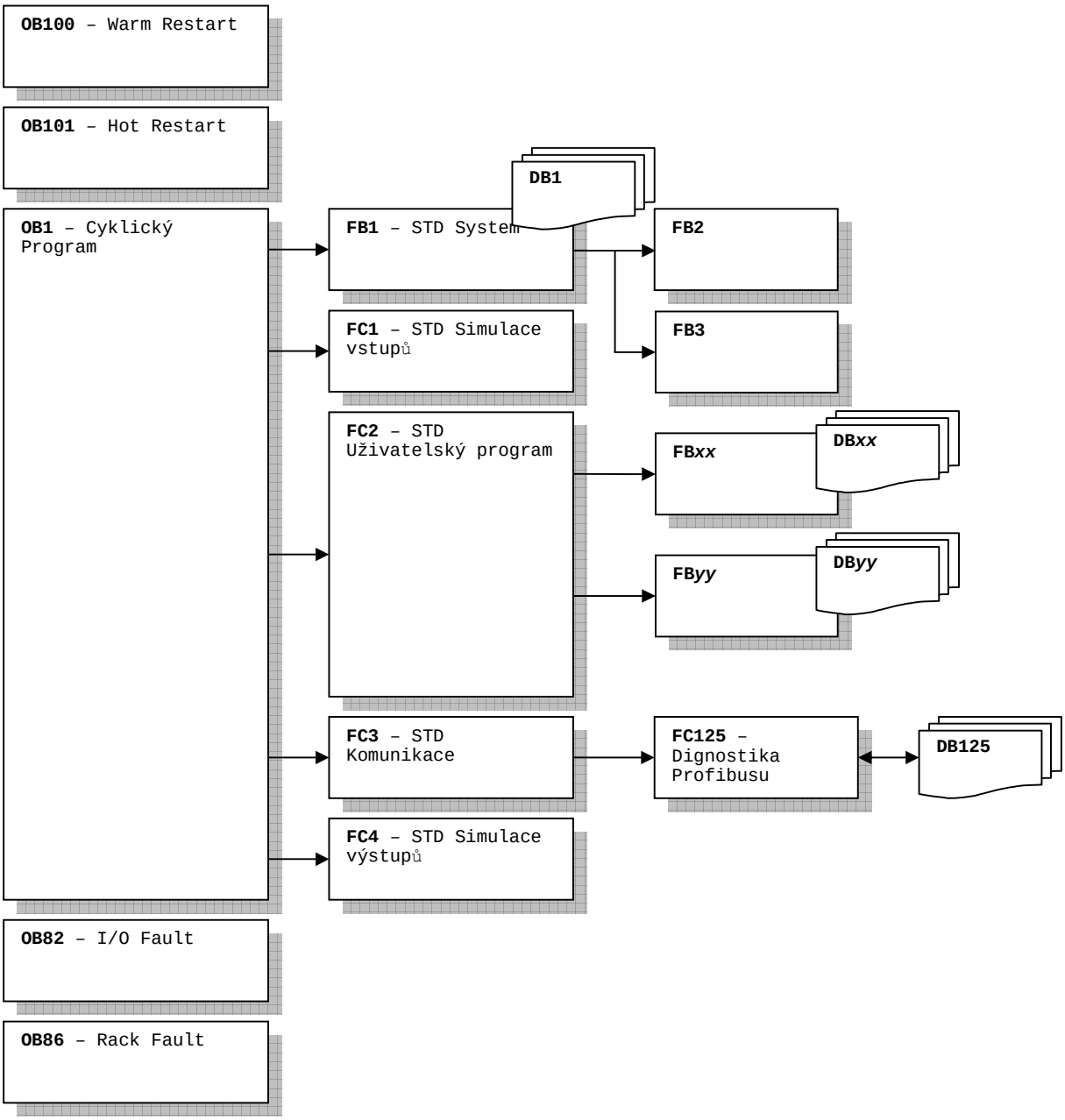
Struktura uživatelského programu koresponduje s rozvržením adres paměti v kapitole 6.5. Obrázek 6.1 znázorňuje strukturu uživatelského programu s rozkreslením detailů pro jedno zařízení (klapka 01FLA2).

Všechny FB, příslušející jednotlivým zařízením, obsahují vstupní a výstupní interface, což zajišťuje univerzálnost použití programu (ve vstupním interface jsou načteny potřebné vstupy do zápisníkové paměti a ve výstupním interface jsou výstupy, které jsou uloženy v zápisníkové paměti, přiřazovány potřebným adresám fyzických výstupů). Tím je zajištěna univerzálnost programu, neboť programátor při různých požadavcích na vstupy a výstupy, nemusí měnit adresy v celém programu, ale stačí pouze změnit vstupní a výstupní interface.



Obrázek 6.1: Struktura uživatelského programu

Struktura programových bloků celého programu je v souladu s *ATX standardem pro tvorbu SW prostředí SIMATIC Step7* a znázorňuje ji Obrázek 6.2.



Obrázek 6.2: atx - technická kancelář pro komplexní automatizaci s.r.o.: Struktura programu

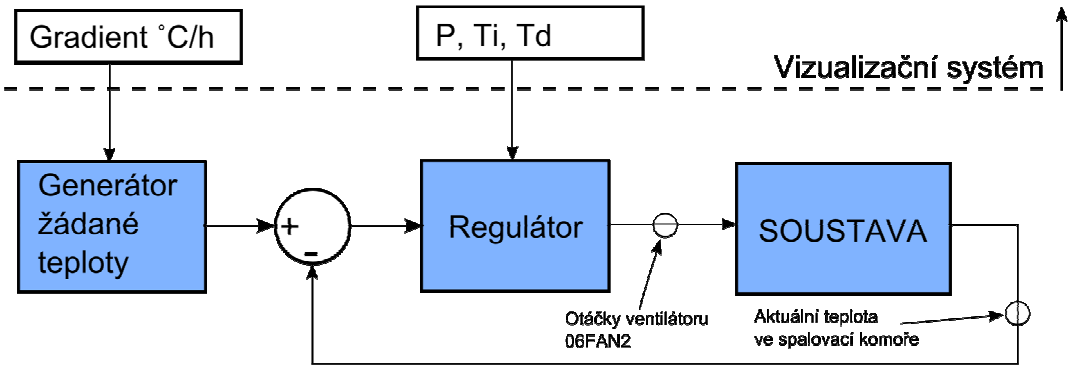
6.8 Regulace teploty v hlavní spalovací komoře

Pro regulaci teploty v hlavní spalovací komoře byl zvolen spojitý regulátor FB 41, CONT_C, reprezentovaný, v *ATX standardu pro tvorbu SW prostředí SIMATIC Step7*, blokem FB 1550.

Regulace teploty v hlavní spalovací komoře začíná na aktuální teplotě v momentě zapnutí hořáku a poté teplota nabíhá s gradientem 200℃ / h. Až teplota dosáhne 840℃, hořák je vypnut. Hořák je znovu zapnut, až teplota klesne pod 830℃ (viz. kapitola 5.7.3).

Teplotu v hlavní spalovací komoře lze ovlivňovat mírou přivedeného vzduchu k hořáku (tzn. mírou otáček ventilátoru 06FAN2). Hořák ve spalovací lze buď vypínat nebo zapínat, míra přivedeného plynu regulovat nelze.

Obrázek 6.3 znázorňuje regulační smyčku pro regulaci teploty. Princip je takový, že generátor žádané teploty generuje aktuálně žádanou teplotu ve spalovací komoře, vypočtenou na základě gradientu. Na vstup regulátoru je přiveden rozdíl aktuálně žádané teploty a aktuální teploty ve spalovací komoře. Regulátor generuje akční zásah v podobě hodnoty otáček ventilátoru 06FAN2.



Obrázek 6.3: Regulační obvod

V navrženém software je prozatím implementována regulace bez konkrétních parametrů PID regulátoru. Regulátor se bude navrhovat až v případě, že software bude použit na konkrétním řídicím systému RTO. Pravděpodobně se parametry regulátoru budou ladit až při uvádění do provozu. Software je pro tento případ koncipován tak, aby nebylo nutné do něj zasahovat

- parametry PID regulátoru bude možno měnit z vizualizačního systému (komunikace s vizualizací prostřednictvím datových bloků DB 122 a DB 132). Z vizualizace je též možno nastavit teplotní gradient ve ℃ / h.

6.9 Využitá paměť

Tabulka 6.5 uvádí přehled využité paměti navrženým software.

Typ	Počet
OB	15
DB	32
FB	41
FC	22
SFB	3
SFC	5
UDT	30
Čítače	3
Časovače	9
Paměťové bity (merkery)	265
Paměť celkem (programové bloky)	90 kB

Tabulka 6.5: Využitá paměť

7 Závěr

V bakalářské práci byl, dle požadavků, navrhnut řídicí systém pro RTO. Hardwarová sestava byla realizována na systémech Siemens, jako hlavní řídicí jednotka byl použit průmyslový automat SIMATIC S7 400 od firmy Siemens. Hardwarová sestava byla podrobně specifikována včetně cen a počtu kusů jednotlivých komponent.

Software pro řízení systému RTO byl naprogramován v programovacím prostředí SIMATIC Step7 a splňuje požadavky dle zadání. Program obsahuje základní podmínky pro chod zařízení, bezpečnostní algoritmy a regulaci teploty v hlavní spalovací komoře. Program je komentovaný a snadno modifikovatelný pro případy různých vstupních požadavků. Regulace teploty v hlavní spalovací komoře je realizována softwarovým regulátorem.

O použití navrženého software, případně jeho částí, na konkrétním řídicím systému RTO, rozhodne zadavatel práce, firma atx - technická kancelář pro komplexní automatizaci s.r.o.

8 Seznam literatury

[1] RICHTER M.., *Technologie ochrany ovzduší*, Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí Univerzity J. E. Purkyně v Ústí n. L., 2004

[2] CATALIC COMBUSTION CORPORATION, *Regenerative Thermal Oxidizer*, ⟨http://www.catalyticcombustion.com/pdf/eurocadRto.pdf⟩, Bloomer, USA,

[3] SIEMENS AG, *Automation System S7 – 400 CPU Specifications*, Germany, Nuremberg, 2008

[4] SIEMENS AG, *S7-400 Automation system Module Data*, Germany, Nuremberg, 2008

[5] SIEMENS AG, *Automation System S7 – 400 Hardware and Installation*, Germany, Nuremberg, 2006

[6] SIEMENS AG, *Configuring Hardware and Communication Connections STEP 7*, Germany, Nuremberg, 2006

[7] SIEMENS AG, *SIMATIC Controllers*, Germany, Nuremberg, 2008

[8] SIEMENS AG, *SIMATIC ET 200 For Distributed Automation Solutions*, Germany, Nuremberg, 2008

[9] ŠKOLICÍ STŘEDISKO FIRMY E&A SPOL S R.O., *Kurz SIMATIC S7 1.díl*, Mladá Boleslav, E&A spol s r.o., 2002

[10] ŠKOLICÍ STŘEDISKO FIRMY E&A SPOL S R.O., *Kurz SIMATIC S7 2.díl*, Mladá Boleslav, E&A spol s r.o., 2002

[11] ŠASÍN P., *ATX standard pro tvorbu SW prostředí SIMATIC Step 7*, Žďár nad Sázavou, atx – technická kancelář pro komplexní automatizaci s.r.o., 2002

[12] SIEMENS AG, *Standard Software for S7-300 and S7-400 PID control*, Germany, Nuremberg, 1996

[13] SIEMENS AG, *SIMATIC S7-400 function modules*, ⟨http://www.automation.siemens.com/simatic/controller/html_76/produkte/simatic-s7-400-fm.htm⟩, Germany

[14] FRANKLIN, F., POWELL, J. A EMANI - NAEINI, A. *Feedback control of dynamic systems*, New Jersey: Prentice Hall, 2002

9 Přílohy

9.1 Pojmenování proměnných

Pojmenování proměnných dle ATX standardu pro tvorbu SW prostředí SIMATIC Step7:

xyyJmenoPromenne			
	x - směr proměnné		
		I	vstupní
		O	výstupní
		X	vstupně/výstupní
		S	statická
		T	temporary
	yy - Typ proměnné		
		B1	binární, aktivní v log. 1
		B0	binární, aktivní v log. 0
		BY	byte
		W_	word
		DW	double word
		I_	integer
		DI	long integer
		R_	real
		Z_	čítač
		T5	S5 time
		T_	IEC Time
		D_	IEC Datum
		TD	Time of Day
		DT	Date and Time
		C_	character, znak
		DB	datový blok
		A_	any
		F_	Funkce (multiinstance)
	JmenoPromenne- výstižné jméno proměnné. Jednotlivá slova jména se začínají velkým písmenem neoddělují mezerou.		

Tabulka 9.1 Pojmenování proměnných

9.2 Systém standardních merkerů

Systém standardních merkerů dle ATX standardu pro tvorbu SW prostředí SIMATIC Step7:

Adresa	Symbolické jméno	Komentář
M 0.0	STDOdpad	Logicky vysledek – docasny merker pro IBN
M 0.1	STDRezervaM0.1	Rezerva
M 0.2	STDRezervaM0.2	Rezerva
M 0.3	STDRezervaM0.3	Rezerva
M 0.4	STDRezervaM0.4	Rezerva
M 0.5	STDRezervaM0.5	Rezerva
M 0.6	STD_OB82	Zpracovano diagnosticke preruseni (OB 82)
M 0.7	STD_OB86	Zpracovano presruseni Rack Fault (OB 86)
M 1.0	STDLog0	Porad 0, VKE0
M 1.1	STDLog1	Porad 1, VKE1
M 1.2	STDNovyStart	Nabeh PLC, aktivni 1 cyklus
M 1.3	STDStart_OB100	Start PLC pres OB100, aktivni 1 cyklus
M 1.4	STDStart_OB101	Start PLC pres OB101, aktivni 1 cyklus
M 1.5	STDCPUTakt	Negovan v kazdem cyklu
M 1.6	STDLog0_IBN	Logicka 0 pro uvadeni do provozu
M 1.7	STDLog1_IBN	Logicka 1 pro uvadeni do provozu
M 2.0	STDHrana_0,1s	Hrana taktu 0,1s
M 2.1	STDHrana_0,2s	Hrana taktu 0,2s
M 2.2	STDHrana_0,4s	Hrana taktu 0,4s
M 2.3	STDHrana_0,5s	Hrana taktu 0,5s
M 2.4	STDHrana_0,8s	Hrana taktu 0,8s
M 2.5	STDHrana_1,0s	Hrana taktu 1,0s
M 2.6	STDHrana_1,6s	Hrana taktu 1,6s
M 2.7	STDHrana_2,0s	Hrana taktu 2,0s
M 3.0	STDTakt_0,1s	Takt 0,1s
M 3.1	STDTakt_0,2s	Takt 0,2s
M 3.2	STDTakt_0,4s	Takt 0,4s
M 3.3	STDTakt_0,5s	Takt 0,5s
M 3.4	STDTakt_0,8s	Takt 0,8s
M 3.5	STDTakt_1,0s	Takt 1,0s
M 3.6	STDTakt_1,6s	Takt 1,6s
M 3.7	STDTakt_2,0s	Takt 2,0s
M 4.0	STDHrana_10s	Impuls delky 1 cyklus kazdych 10 sekund
M 4.1	STDHrana_1m	Impuls delky 1 cyklus kazdou 1 minutu
M 4.2	STDHrana_10m	Impuls delky 1 cyklus kazdych 10 minut
M 4.3	STDHrana_1h	Impusl delky 1 cyklus kazdou 1 hodinu
M 4.4	STDRezervaM4.4	Rezerva
M 4.5	STDRezervaM4.5	Rezerva
M 4.6	STDRezervaM4.6	Rezerva

M 5.0	STDSignalPotvrzeni	Signal pro potvrzeni poruchy (nezpracovany)
M 5.1	STDPotvrzeni	Potvrzeni poruchy (hrana)
M 5.2	STDPotvrzeni2s	Potvrzeni prodlouzene na 2
M 5.3	STDTestZarovek	Test zarovek
M 5.4	STDRezervaM5.4	Rezerva
M 5.5	STDRezervaM5.5	Rezerva
M 5.6	STDRezervaM5.6	Rezerva
M 5.7	STDRezervaM5.7	Rezerva
M 6.0	STDBlikani0,3/0,3	Blikani 0,3s zap. /0,3s vyp. – aktivni alarm
M 6.1	STDBlikani0,5/0,5	Blikani 0,5s zap./0,5s vyp. – aktivni varovani
M 6.2	STDBlikani1,0/1,0	Blikani 1,0s zap./1,0s vyp. – zarizeni v pohybu
M 6.3	STDBlikani1,0/2,0	Blikani 1,0s zap./2,0s vyp. – vyzadovan zasah operatora
M 6.4	STDBlikaniRez.4	Rezerva
M 6.5	STDBlikaniRez.5	Rezerva
M 6.6	STDBlikaniRez.6	Rezerva
M 6.7	STDBlikaniRez.7	Rezerva
MB7	STDRezervaMB7	Rezerva
MB8	STDRezervaMB8	Rezerva
MB9	STDRezervaMB9	Rezerva
M 4.7	STDRezervaM4.7	Rezerva

Tabulka 9.2 Systém standardních merkerů

MB 3 je nastaven v hardware konfiguraci projektu jako taktování (*Clock Memory Byte*) CPU.

Bity M1.0 a M1.1 jsou použity pouze tam, kde má být vždy log 0 resp. log 1 (nevyužívané binární vstupy funkcí apod.). Pro účely dočasného nastavení vstupů, výstupů do log. 0 resp. log 1 v průběhu uvádění do provozu (simulace) slouží bity M 1.6 a M 1.7.

Bit M 0.0 je obdobou bitu M 1.6 nebo M 1.7. Používá se při uvádění do provozu. Tam, kde je třeba uložit binární logický výsledek, ale ještě není známa konečná cílová adresa (např. nový alarm pro vizualizaci, který ještě nebyl definován v DB alarmů).

9.3 Vybrané části navrženého programu

9.3.1 Hlavní řídicí algoritmus

```
FUNCTION_BLOCK "AUTO SEQ"
TITLE =AUTOMAT
AUTHOR : Novotny
VERSION : 0.1


VAR_TEMP
  TS_GeneralAnalogs : "STD Analog.General"; //Docasna promenna pro ulozeni
hodnot General analogs
  TI_RetValOp2Temp : INT ;  //Docasna promenna pro ulozeni dat ziskanych z
OP VISU
  TI_RetValPc2Temp : INT ;  //Docasna promenna pro ulozeni dat ziskanych z
PC VISU
  TI_RetValTemp2Op : INT ;  //Hodnota z temporary promenne do OP VISU
  TI_RetValTemp2Pc : INT ;  //Hodnota z temporary promenne do PC VISU
  TS_06CLT7_Analogs : "STD Analog.AnalogVal";     //Docasna promenna pro
ulozeni hodnot 06CLT7 analogs
  DummyBool : BOOL ;    //Promenna pro provizorni prirazovani vystupu
  DummyInt : INT ;  //Docasna promenna pro int vstupy
  TB_P3P5P8_StartFan : BOOL ;    //Pomocna promenna indikujici potrebu modu
vyroba pro pracoviste P3, P5, P8
  TB1_Cooling : BOOL ;
  TR_06CLT7_ActValue : REAL ;   //Aktualni teplota REAL
END_VAR
BEGIN

NETWORK
TITLE =Vstupni interface
// Signaly od pracovist P3, P5, P8
      A     "P3>P9_HeatUpOven";
      =     "MB1_P3>P9_HeatedUp";
      A     "P3>P9_StartCmdFan";
      =     "MB1_P3>P9_StartFan";
      A     "P5>P9_HeatUpOven";
      =     "MB1_P5>P9_HeatedUp";
      A     "P5>P9_StartCmdFan";
      =     "MB1_P5>P9_StartFan";
      A     "P8>P9_HeatUpOven";
      =     "MB1_P8>P9_HeatedUp";
      A     "P8>P9_StartCmdFan";
      =     "MB1_P8>P9_StartFan";
// Prikazy pro zap/vyp, mody
// OMO AutoStartCMD
// OMO AutoStopCMP
      A     "=0EZ1+H5-S7:4";
      =     "MB1_Mode_Cooling";
      L     "=06CLT7+X-B40N-1";
NETWORK
TITLE =Prenos dat z datovych bloku DB122 nebo DB132
//Prenos dat z datovych bloku DB122 (nebo DB132 ve vzdalenem modu) do
docasnych
//promennych


      A     "OMO Remote";
      =     L     68.0;
      A     L     68.0;
      NOT   ;
      JNB   _001;
      CALL "BLKMOV" (
```

```
            SRCBLK                    := "COM Analogs_OP"._generalAnalogs,
            RET_VAL                   := #TI_RetValOp2Temp,
            DSTBLK                    := #TS_GeneralAnalogs);
_001: NOP   0;
      A     L     68.0;
      JNB   _002;
      CALL "BLKMOV" (
            SRCBLK                    := "COM Analogs_PC"._generalAnalogs,
            RET_VAL                   := #TI_RetValPc2Temp,
            DSTBLK                    := #TS_GeneralAnalogs);
_002: NOP   0;
      A     L     68.0;
      NOT   ;
      JNB   _003;
      CALL "BLKMOV" (
            SRCBLK                    := "COM Analogs_OP"._06CLT7_Analog,
            RET_VAL                   := #TI_RetValOp2Temp,
            DSTBLK                    := #TS_06CLT7_Analogs);
_003: NOP   0;
      A     L     68.0;
      JNB   _004;
      CALL "BLKMOV" (
            SRCBLK                    := "COM Analogs_PC"._06CLT7_Analog,
            RET_VAL                   := #TI_RetValPc2Temp,
            DSTBLK                    := #TS_06CLT7_Analogs);
_004: NOP   0;
NETWORK
TITLE =ZAKLADNI POZICE RTO aktivni
//Vsechny MOTORY a HORAK vypnuty.
//Vsechny klapky krome 01FLA8 zavreny.
//BYPASS KLAPKA 01FLA8 otevrena.
//
//Pozn.:
//
//- zavrene ventily Y1.1 a Y1.2 horaku
//- nastartovan ROTOR 06DRS6
      A     "COM Statuses_OP"._01FLA2_Status.Stat._Cls;
      A     "COM Statuses_OP"._01FLA3_Status.Stat._Cls;
      A     "COM Statuses_OP"._01FLA5_Status.Stat._Cls;
      A     "COM Statuses_OP"._06FLA3_Status.Stat._Cls;
      A     "COM Statuses_OP"._01FLA8_Status.Stat._Opn;
      A     "COM Statuses_OP"._01FAN4_FIStatus._Off;
      A     "COM Statuses_OP"._01FAN7_Status._Off;
      A     "COM Statuses_OP"._06FAN2_Status._Off;
      A     "COM Statuses_OP"._06DRS6_Status._On;
      AN    "MB1_06GCS1_Y1.1_Open";
      AN    "MB1_06GCS1_Y1.2_Open";
      =     "MB1_RTO_HomePosition";
NETWORK
TITLE =AUTOMATICKY Start / Stop
//Prikaz pro automaticky START nebo STOP RTO
      A     "OMO AutoStartCMD";
      S     "MB1_RTO_AutoSTART";
      A(    ;
      O     "OMO AutoStopCMD";
      O     "STD_NewStart";
      O     "EmergencyStop";
      O     "OMO Fault A";
      O     "OMO Fault B";
      )     ;
      R     "MB1_RTO_AutoSTART";
      NOP   0;
NETWORK
TITLE =Start RTO

      A(    ;
      O     "OMO AutoStartCMD";
      O     ;
```

```
      A     "MB1_RTO_Go2HomePosition";
      A     "MB1_RTO_AutoSTART";
      )     ;
      A     "OMO Auto_P90";
      A     "MB1_RTO_HomePosition";
      S     "MB1_RTO_Start";
      A(    ;
      O     "OMO AutoStopCMD";
      O     "EmergencyStop";
      O     "STD_NewStart";
      O     "OMO Fault A";
      O     "OMO Fault B";
      )     ;
      R     "MB1_RTO_Start";
      NOP   0;
NETWORK
TITLE =Prechod do ZAKLADNI pozice
//Prikaz pro prechod do zakladni pozice
      A(    ;
      A     "MB1_RTO_AutoSTART";
      AN    "MB1_RTO_HomePosition";
      AN    "MB1_RTO_Start";
      O     ;
      A     "T28_RTO_RunOut";
      AN    "MB1_RTO_Go2Bypass";
      A     "COM Statuses_OP"._01FAN4_FIStatus._Off;
      A     "COM Statuses_OP"._06FAN2_Status._Off;
      )     ;
      S     "MB1_RTO_Go2HomePosition";
      A(    ;
      O     "OMO Fault A";
      O     "OMO Fault B";
      O     "STD_NewStart";
      O     "EmergencyStop";
      O     "MB1_RTO_Start";
      )     ;
      R     "MB1_RTO_Go2HomePosition";
      NOP   0;
NETWORK
TITLE =RTO pripraveno pro Start horaku 06GCS1
//Indikace, zda je system pripraven k zapaleni HORAKU.
      A     "COM Statuses_OP"._01FLA3_Status.Stat._Opn;
      A     "COM Statuses_OP"._01FLA5_Status.Stat._Opn;
      A     "COM Statuses_OP"._06FAN2_Status._On;
      A     "COM Statuses_OP"._01FAN4_FIStatus._On;
      A     "MB1_06FAN5_F1_PressOK";
      A     "MB1_06FAN6_F2_PressOK";
      =     "MB1_RTO_StartUpFinished";
NETWORK
TITLE =RTO je pripraveno pro prepnuti do modu VYROBA

      A(    ;
      A(    ;
      L     "=06CLT7+X-B40N-1";
      L     #TS_06CLT7_Analogs._L;
      >=I   ;
      )     ;
      L     S5T#10M;
      SD    "T27_RTO_10minTempOK";
      NOP   0;
      NOP   0;
      NOP   0;
      A     "T27_RTO_10minTempOK";
      )     ;
      S     "MB1_RTO_Ready";
      AN    "MB1_RTO_Start";
      R     "MB1_RTO_Ready";
      NOP   0;
NETWORK
```

```
      TITLE =Prikaz k zapnuti modu VYROBA od pracovist P3, P5, P8

            O     "MB1_P3>P9_StartFan";
            O     "MB1_P5>P9_StartFan";
            O     "MB1_P8>P9_StartFan";
            =     #TB_P3P5P8_StartFan;
      NETWORK
      TITLE =VYROBA mod
      //Prikaz pro prechod do modu produkce.
            A     #TB_P3P5P8_StartFan;
            A     "MB1_RTO_Ready";
            AN    "OMO Fault D";
            =     "MB1_RTO_Go2Production";
      NETWORK
      TITLE =BYPASS mod
      //Prikaz k prechodu do bypass modu.
      //
      //Bezpecnosti  podminka:  Kdyz  neprijde  signal  pro  zapnuti  modu  vyroba  a
presto
      //bude pozadavek od pracovist, zapne se Bypass mod.
      //
            A     #TB_P3P5P8_StartFan;
            A     "OMO Fault B";
            O     ;
            AN    "MB1_RTO_Go2Production";
            A     #TB_P3P5P8_StartFan;
            A     "COM Statuses_OP"._01FLA2_Status.Stat._Cls;
            A     "COM Statuses_OP"._01FLA3_Status.Stat._Opn;
            =     "MB1_RTO_Go2Bypass";
      NETWORK
      TITLE =AUTOTHERM mod
      //Prikaz pro prechod do modu AUTOTHERM
      //
      //Kdyz teplota ve spalovaci komore dosahne 840°C, je aktivovan AUTOTHERM
      //(Horak se vypne).
      //Autotherm je aktivni do te doby, nez teplota opet klesne pod 830°C.
            A(    ;
            L     #TS_06CLT7_Analogs._ActValue;
            L     8.400000e+002;
            >=R   ;
            )     ;
            S     "MB1_RTO_Go2Autotherm";
            A(    ;
            L     #TS_06CLT7_Analogs._ActValue;
            L     8.300000e+002;
            <=R   ;
            )     ;
            R     "MB1_RTO_Go2Autotherm";
            NOP   0;
      NETWORK
      TITLE =DOBEH mod
      //Prikaz k prechodu do DOBEH modu.
      //
      //Mod DOBEH je nastaven automaticky, jakmile se vypne RTO.
      //Po 3 minutach jsou vypnuty ventilatory 06FAN2 a 01FAN4.
      //RTO prejde do zakladni pozice a rotor horaku 06DRS6 bezi.
            AN    "MB1_RTO_AutoSTART";
            L     S5T#3M;
            SD    "T28_RTO_RunOut";
            A     "C20_RTO_06DRS6_Delay";
            R     "T28_RTO_RunOut";
            NOP   0;
            NOP   0;
            NOP   0;
      NETWORK
      TITLE =COOLING mod
      //Prikaz k prechodu do modu CHLAZENI.
            A(    ;
            O(    ;
```

```
      A     "STD_Edge_1h";
      CU    "C21_RTO_Cooling";
      BLD   101;
      A     "MB1_Mode_Cooling";
      A     "T28_RTO_RunOut";
      =     #TB1_Cooling;
      A     #TB1_Cooling;
      L     MW     6;
      S     "C21_RTO_Cooling";
      A     "MB1_RTO_AutoSTART";
      R     "C21_RTO_Cooling";
      NOP   0;
      NOP   0;
      A     "C21_RTO_Cooling";
      )     ;
      O     "MB1_RTO_AutoSTART";
      )     ;
      R     "MB1_RTO_Go2Cooling";
      A     #TB1_Cooling;
      S     "MB1_RTO_Go2Cooling";
      NOP   0;
NETWORK
TITLE =Prikaz pro aktivaci regulace teploty
//Kdyz je zapnut horak a teplota je v intervalu
//od minima do 840 °C , probiha regulace teploty (FB150).
//
      A     "AutoCMD_06GCS1_Start";
      A(    ;
      L     "=06CLT7+X-B40N-1";
      L     840;
      <I    ;
      )     ;
      =     "AutoCMD_06CLT7PIDStart";
NETWORK
TITLE =Ovladani rotoru horaku 06DRS6

      A     "MB1_RTO_AutoSTART";
      S     "AutoCMD_06DRS6_Start";
      A(    ;
      O     "EmergencyStop";
      O     "STD_NewStart";
      O(    ;
      A     "STD_Edge_1h";
      CU    "C20_RTO_06DRS6_Delay";
      BLD   101;
      A     "T28_RTO_RunOut";
      L     MW    72;
      S     "C20_RTO_06DRS6_Delay";
      AN    "T28_RTO_RunOut";
      R     "C20_RTO_06DRS6_Delay";
      NOP   0;
      NOP   0;
      A     "C20_RTO_06DRS6_Delay";
      )     ;
      )     ;
      R     "AutoCMD_06DRS6_Start";
      NOP   0;
NETWORK
TITLE =Ovladani horaku 06GCS1
//Pro zapaleni horaku musi byt splnena bezpecnostni smycka:
//
//- 01FAN4Press tlak v poradku
//- 01MT6 teplota na vystupu v poradku
//- 06MT4 teplkota na vstupu v poradku
//- 06FAN5_F1 tlak v poradku
//- 06FAN5_F2 tlak v poradku
//- 06MT9 prehrati v horakove komore v poradku
//(Osetreno v FB pro ovladani horaku)
      A(    ;
```

```
      O     "MB1_RTO_StartUpFinished";
      O     "MB1_RTO_Go2Production";
      )     ;
      AN    "MB1_RTO_Go2Autotherm";
      =     "AutoCMD_06GCS1_Start";
NETWORK
TITLE =Ovladani klapky 01FLA2

      A     "MB1_RTO_Go2Production";
      S     "AutoCMD_01FLA2_Open";
      A(    ;
      O     "MB1_RTO_Go2HomePosition";
      O     ;
      AN    "MB1_RTO_Go2Production";
      A     "COM Statuses_OP"._01FLA3_Status.Stat._Opn;
      O     ;
      AN    "MB1_RTO_Start";
      AN    "COM Statuses_OP"._01FAN4_FIStatus._On;
      O     ;
      A     "MB1_RTO_Go2Cooling";
      A     "COM Statuses_OP"._01FLA3_Status.Stat._Opn;
      )     ;
      R     "AutoCMD_01FLA2_Open";
      NOP   0;
NETWORK
TITLE =Ovladani klapky 01FLA3

      A(    ;
      O     "MB1_RTO_Go2Cooling";
      O     "MB1_RTO_Start";
      O     ;
      AN    "MB1_RTO_Go2Production";
      A     "COM Statuses_OP"._01FAN4_FIStatus._On;
      )     ;
      S     "AutoCMD_01FLA3_Open";
      A(    ;
      A     "MB1_RTO_Go2Production";
      A     "COM Statuses_OP"._01FLA2_Status.Stat._Opn;
      O     "MB1_RTO_Go2HomePosition";
      )     ;
      R     "AutoCMD_01FLA3_Open";
      NOP   0;
NETWORK
TITLE =Ovladani klapky 01FLA5

      A(    ;
      O     "MB1_RTO_Start";
      O     "MB1_RTO_Go2Cooling";
      )     ;
      S     "AutoCMD_01FLA5_Open";
      A(    ;
      AN    "MB1_RTO_Start";
      AN    "MB1_RTO_Go2Cooling";
      AN    "COM Statuses_OP"._01FAN4_FIStatus._On;
      O     "MB1_RTO_Go2HomePosition";
      )     ;
      R     "AutoCMD_01FLA5_Open";
      NOP   0;
NETWORK
TITLE =Ovladani klapky 01FLA8

      A(    ;
      O     "MB1_RTO_Go2HomePosition";
      O     "MB1_RTO_Go2Bypass";
      ON    "MB1_RTO_Start";
      )     ;
      S     "AutoCMD_01FLA8_Open";
      A(    ;
      A     "MB1_RTO_Go2Production";
```

```
      A     "COM Statuses_OP"._01FLA2_Status.Stat._Opn;
      A     "COM Statuses_OP"._01FLA3_Status.Stat._Cls;
      AN    "COM Statuses_OP"._01FAN7_Status._On;
      O     ;
      A     "MB1_RTO_Start";
      AN    "MB1_RTO_Go2Bypass";
      )     ;
      R     "AutoCMD_01FLA8_Open";
      NOP   0;
NETWORK
TITLE =Ovladani klapky 06FLA3
//Nutno aby byl v poradku bezpecnostni retezec.


      A     "MB1_06GCS1_SftCircuitOK";
      A     "MB1_06GCS1_ReleaseBurner";
      A     "AutoCMD_06GCS1_Start";
      =     "AutoCMD_06FLA3";
NETWORK
TITLE =Ovladani ventilatoru 01FAN4
      A(    ;
      A     "COM Statuses_OP"._01FLA3_Status.Stat._Opn;
      A     "COM Statuses_OP"._01FLA5_Status.Stat._Opn;
      A     "COM Statuses_OP"._06FAN2_Status._On;
      A     "MB1_RTO_Start";
      O     ;
      A     "MB1_RTO_Go2Cooling";
      A     "COM Statuses_OP"._01FLA3_Status.Stat._Opn;
      A     "COM Statuses_OP"._01FLA5_Status.Stat._Opn;
      )     ;
      S     "AutoCMD_01FAN4_Start";
      A(    ;
      O     "MB1_RTO_Go2HomePosition";
      O     "OMO Fault B";
      O     ;
      AN    "MB1_RTO_Go2Cooling";
      A     "T28_RTO_RunOut";
      )     ;
      R     "AutoCMD_01FAN4_Start";
      NOP   0;
NETWORK
TITLE =Ovladani ventilatoru 01FAN7
      A     "COM Statuses_OP"._01FLA8_Status.Stat._Opn;
      A     "MB1_RTO_Go2Bypass";
      S     "AutoCMD_01FAN7_Start";
      A(    ;
      O     "MB1_RTO_Go2HomePosition";
      O     ;
      A     "MB1_RTO_Go2Production";
      A     "COM Statuses_OP"._01FLA2_Status.Stat._Opn;
      A     "COM Statuses_OP"._01FLA3_Status.Stat._Cls;
      ON    "COM Statuses_OP"._01FLA8_Status.Stat._Opn;
      )     ;
      R     "AutoCMD_01FAN7_Start";
      NOP   0;
NETWORK
TITLE =Ovladani ventilatoru 06FAN2
      A     "MB1_RTO_Start";
      S     "AutoCMD_06FAN2_Start";
      A(    ;
      O     "MB1_RTO_Go2HomePosition";
      O     "OMO Fault B";
      O     "T28_RTO_RunOut";
      )     ;
      R     "AutoCMD_06FAN2_Start";
      NOP   0;
NETWORK
TITLE =Prenos analogovych hodnot do datovych bloku DB122 a DB132
```

```
      A     "STD_Log1";
      =     L     68.0;
      A     L     68.0;
      JNB   _005;
      CALL "BLKMOV" (
           SRCBLK                    := #TS_GeneralAnalogs,
           RET_VAL                   := #TI_RetValTemp2Op,
           DSTBLK                    := "COM Analogs_OP"._generalAnalogs);
_005: NOP   0;
      A     L     68.0;
      JNB   _006;
      CALL "BLKMOV" (
           SRCBLK                    := #TS_GeneralAnalogs,
           RET_VAL                   := #TI_RetValTemp2Pc,
           DSTBLK                    := "COM Analogs_PC"._generalAnalogs);
_006: NOP   0;
      A     L     68.0;
      JNB   _007;
      CALL "BLKMOV" (
           SRCBLK                    := #TS_06CLT7_Analogs,
           RET_VAL                   := #TI_RetValTemp2Op,
           DSTBLK                    := "COM Analogs_OP"._06CLT7_Analog);
_007: NOP   0;
      A     L     68.0;
      JNB   _008;
      CALL "BLKMOV" (
           SRCBLK                    := #TS_06CLT7_Analogs,
           RET_VAL                   := #TI_RetValTemp2Pc,
           DSTBLK                    := "COM Analogs_PC"._06CLT7_Analog);
_008: NOP   0;
NETWORK
TITLE =Vystupni interface


NETWORK
TITLE =END

      SET   ;
      SAVE  ;
      BE    ;
END_FUNCTION_BLOCK
```

9.3.2 Regulace teploty v hlavní spalovací komoře

```
FUNCTION_BLOCK "PID 06CLT7"
TITLE =Regulace teploty v hlavni spalovaci komore
AUTHOR : Novotny
VERSION : 0.1

VAR
  SF_PID01MT6 : "SIM PID Cont_C";
  SF_PID06CLT7 : "SIM PID Cont_C";
  SI_SetpointBase : INT ;
END_VAR
VAR_TEMP
  TR_06CLT7ActVal : REAL ;  //Aktualni teplota REAL
  TW_06CLT7ActVal : WORD ;  //Aktualni teplota WORD
  TT_TIval : TIME ; //Hodnota integracni konstanty
  TT_TDval : TIME ; //Hodnota derivacni konstanty
  TI_RetValOp2Temp : INT ;  //Docasna promenna pro ulozeni dat ziskanych z
OP VISU
  TI_RetValPc2Temp : INT ;  //Docasna promenna pro ulozeni dat ziskanych z
PC VISU
  TI_RetValTemp2Op : INT ;  //Hodnota z temporary promenne do OP VISU
  TI_RetValTemp2Pc : INT ;  //Hodnota z temporary promenne do PC VISU
  TS_06CLT7_Analogs : "STD Analog.AnalogVal";     //Docasna promenna pro
ulozeni hodnot 06CLT7 analogs
  TS_06CLT7PID_Analogs : "STD Analog.AnalogVal";     //Docasna promenna pro
ulozeni hodnot 06CLT7PID analogs
  TR_GradientC10sec : REAL ;    //Gradient ve  °C / min
  TI_GradientC10sec : INT ;    //Gradient ve  °C / min
  TW_C22ActValue : WORD ;   //Aktualni hodnota citace C22
  TI_C22ActValue : INT ;    //Aktualni hodnota citace C22
  TI_SetPointPlus : INT ;    //Hodnota o kterou se zvysuje zadana teplota
kazdych 10 sec
  TI_SetPoint : INT ;   //Aktualne zadana teplota
  TR_SetPoint : REAL ;  //Aktualne zadana teplota
END_VAR
BEGIN

NETWORK
TITLE =Prenos dat z datovych bloku DB122 nebo DB132
//Prenos dat z datovych bloku DB122 (nebo DB132 ve vzdalenem modu) do
docasnych
//promennych
      A     "OMO Remote";
      =     L     88.0;
      A     L     88.0;
      NOT   ;
      JNB   _001;
      CALL "BLKMOV" (
           SRCBLK                   := "COM Analogs_OP"._06CLT7_Analog,
           RET_VAL                  := #TI_RetValOp2Temp,
           DSTBLK                   := #TS_06CLT7_Analogs);
_001: NOP   0;
      A     L     88.0;
      JNB   _002;
      CALL "BLKMOV" (
           SRCBLK                   := "COM Analogs_PC"._06CLT7_Analog,
           RET_VAL                  := #TI_RetValPc2Temp,
           DSTBLK                   := #TS_06CLT7_Analogs);
_002: NOP   0;
      A     L     88.0;
      NOT   ;
      JNB   _003;
      CALL "BLKMOV" (
           SRCBLK                   := "COM Analogs_OP"._06CLT7_PIDAnalog,
```

```
            RET_VAL                 := #TI_RetValOp2Temp,
            DSTBLK                  := #TS_06CLT7PID_Analogs);
_003: NOP   0;
      A     L     88.0;
      JNB   _004;
      CALL "BLKMOV" (
            SRCBLK                  := "COM Analogs_PC"._06CLT7_PIDAnalog,
            RET_VAL                 := #TI_RetValPc2Temp,
            DSTBLK                  := #TS_06CLT7PID_Analogs);
_004: NOP   0;
NETWORK
TITLE =Prevody

// aktualni teplota na INT
      L     "=06CLT7+X-B40N-1";
      T     #TR_06CLT7ActVal;
// aktualni teplota na WORD
      L     "=06CLT7+X-B40N-1";
      T     #TW_06CLT7ActVal;
// prevod I a D konstanty regulatoru na TIME format
      L     "COM Analogs_OP"._06CLT7_PIDAnalog._Ti;
      T     #TT_TIval;
      L     "COM Analogs_OP"._06CLT7_PIDAnalog._Td;
      T     #TT_TDval;


NETWORK
TITLE =Vypocet gradientu
//Prevod gradientu na °C / 10 sec
      L     "COM Analogs_OP"._generalAnalogs._Gradient;
      L     3.600000e+002;
      /R    ;
      T     #TR_GradientC10sec;
      NOP   0;
NETWORK
TITLE =Vypocet aktualne zadane hodnoty teploty
//Vraci aktualne nacitanou hodnotu od pocatku regulace.
//Cita se impuls delky 10 sec

      A     "STD_Edge_10s";
      CU    "C22_PID counter";
      BLD   101;
      A     "AutoCMD_06CLT7PIDStart";
      L     MW 10000;
      S     "C22_PID counter";
      AN    "AutoCMD_06CLT7PIDStart";
      R     "C22_PID counter";
      L     "C22_PID counter";
      T     #TW_C22ActValue;
      NOP   0;
      NOP   0;
NETWORK
TITLE =Urceni teploty na zacatku regulace
//#TI_SetPoinBase je teplota na zacatku regulace
      A(    ;
      AN    "AutoCMD_06CLT7PIDStart";
      S     "MB1_06CLT7_PIDControlOff";
      A     "AutoCMD_06CLT7PIDStart";
      R     "MB1_06CLT7_PIDControlOff";
      A     "MB1_06CLT7_PIDControlOff";
      )     ;
      JNB   _005;
      L     "=06CLT7+X-B40N-1";
      T     #SI_SetpointBase;
_005: NOP   0;
NETWORK
TITLE =Prevody

      L     #TW_C22ActValue;
```

```
            T     #TI_C22ActValue;
            L     #TR_GradientC10sec;
            T     #TI_GradientC10sec;
      NETWORK
      TITLE =Vypocet hodnoty o kterou se bude zvysovat SetPoint
      //#TI_SetPointPlus  vraci  hodnotu,  o  kterou  se  zvysuje  kazdych  10  sec
Setpoint
            L     #TI_C22ActValue;
            L     #TI_GradientC10sec;
            *I    ;
            T     #TI_SetPointPlus;
            NOP   0;
      NETWORK
      TITLE =Urceni aktualne zadane teploty
      //#TI_SetPoint vraci soucet hodnoty teploty
      //na zacatku regulace a #TI_SetPointPlus
            L     #SI_SetpointBase;
            L     #TI_SetPointPlus;
            +I    ;
            T     #TI_SetPoint;
            NOP   0;
      NETWORK
      TITLE =Prevody

            L     #TI_SetPoint;
            T     #TR_SetPoint;
      NETWORK
      TITLE =Volani FB pro spojitou PID regulaci
            A     "STD_NewStart";
            =     L     88.0;
            BLD   103;
            A     "STD_Log1";
            =     L     88.3;
            BLD   103;
            A     "STD_Log1";
            =     L     88.4;
            BLD   103;
            A     "STD_Log1";
            =     L     88.7;
            BLD   103;
            CALL #SF_PID06CLT7 (
                 COM_RST                  := L     88.0,
                 P_SEL                    := L     88.3,
                 I_SEL                    := L     88.4,
                 D_SEL                    := L     88.7,
                 CYCLE                    := T#100MS,
                 SP_INT                   := #TR_SetPoint,
                 PV_IN                    := #TR_06CLT7ActVal,
                 GAIN                                                    :=   "COM
Analogs_OP"._06CLT7_PIDAnalog._P,
                 TI                       := #TT_TIval,
                 TD                       := #TT_TDval,
                 LMN_HLM                  := 1.000000e+003,
                 LMN_LLM                  := -1.000000e+003,
                 LMN                      := "MD_06FAN2_ManipulatedVal",
                 LMN_PER                  := "MW_06FAN2_ManipulatedVal");

            NOP   0;
      NETWORK
      TITLE =END

            SET   ;
            SAVE  ;
            BE    ;
      END_FUNCTION_BLOCK
```

9.3.3 Algoritmus ovládání klapky 01FLA2

```
FUNCTION_BLOCK "Damper 01FLA2"
TITLE =FB pro ovladani klapky 01FLA2
//V MANUALNIM modu se muze klapka kdykoliv otevrit a zavrit.
//V AUTOMATICKEM modu klapka otevira, jakmile je RTO v modu VYROBA.
AUTHOR : Novotny
VERSION : 0.1

VAR
  SF_01FLA2 : "STD flap RTO";
  SB1TemperatureFlt : BOOL ;    //Teplota neni OK
END_VAR
VAR_TEMP
  TS_01FLA2_Analog  :  "STD  Analog.Flap";  //Docasna  promenna  pro  uchovani
analogovych hodnot klapky 01FLA2
  TI_RetValOp2Temp : INT ;  //Docasna promenna pro ulozeni dat ziskanych z
OP VISU
  TI_RetValPc2Temp : INT ;  //Docasna promenna pro ulozeni dat ziskanych z
PC VISU
  TI_RetValTemp2Op : INT ;  //Hodnota z temporary promenne do OP VISU
  TI_RetValTemp2Pc : INT ;  //Hodnota z temporary promenne do PC VISU
  TB1_ReleaseOPN : BOOL ;   //Povoleni otevreni klapky
  TB1_ReleaseCLS : BOOL ;   //Povoleni zavreni klapky
  TB1_CMDAutoOPN : BOOL ;   //Otevreni klapky v AUTO modu
  TB1_CMDAutoCLS : BOOL ;   //Zavreni klapky v AUTO modu
END_VAR
BEGIN
NETWORK
TITLE =Vstupni interface
//Nacteni vsech potrebnych fyzickych vstupu do pametovych bitu.
      A     "=01FLA2+H5-S1:14";
      =     "MB1_01FLA2_PBClose"; // klapka 01FLA2 zavri
      A     "=01FLA2+H5-S2:2";
      =     "MB1_01FLA2_PBStop"; // klapka 01FLA2 stop
      A     "=01FLA2+H5-S3:14";
      =     "MB1_01FLA2_PBOpen"; // klapka 01FLA2 otevri
      A     "=01FLA2+X-M1:12";
      =     "MB1_01FLA2_IClosed"; // klapka 01FLA2 zavrena
      A     "=01FLA2+X-M1:16";
      =     "MB1_01FLA2_IOpened"; // klapka 01FLA2 otevrena
      A     "=01FLA2+X-M1:20"; //teplota klapky 01FLA2 OK
      =     "MB1_01FLA2_TemperOK";
```

```
NETWORK
TITLE =Release
      AN    "STD_NewStart";
      AN    "EmergencyStop";
      =     #TB1_ReleaseOPN;
      =     #TB1_ReleaseCLS;
NETWORK
TITLE =Otevreni klapky v AUTO modu
//TB1_CMDAutoOPN
      A     "AutoCMD_01FLA2_Open";
      =     #TB1_CMDAutoOPN;
NETWORK
TITLE =Zavreni klapky v AUTOMATICKEM modu
//TB1_CMDAutoCLS
      AN    "AutoCMD_01FLA2_Open";
      =     #TB1_CMDAutoCLS;
NETWORK
TITLE =Prenos dat z datovych bloku DB122 nebo DB132
//Prenos dat z datovych bloku DB122 (nebo DB132 ve vzdalenem modu) do
docasnych
//promennych
      A     "OMO Remote";
      =     L     39.0;
      A     L     39.0;
      NOT   ;
      JNB   _001;
      CALL "BLKMOV" (
           SRCBLK                   := "COM Analogs_OP"._01FLA2_Analog,
           RET_VAL                  := #TI_RetValOp2Temp,
           DSTBLK                   := #TS_01FLA2_Analog);
_001: NOP   0;
      A     L     39.0;
      JNB   _002;
      CALL "BLKMOV" (
           SRCBLK                   := "COM Analogs_PC"._01FLA2_Analog,
           RET_VAL                  := #TI_RetValPc2Temp,
           DSTBLK                   := #TS_01FLA2_Analog);
_002: NOP   0;
NETWORK
TITLE =Volani FB pro ovladani klapky 01FLA2
//Pozn. V manualnim modu se muze klapka kdykoliv otevrit a zavrit.
//      V automatickem modu klapka otevira, jakmile je RTO v modu vyroba.
      A     #TB1_ReleaseOPN;
      =     L     39.0;
      BLD   103;
      A     #TB1_ReleaseCLS;
```

```
=     L     39.1;
BLD   103;
A     "EmergencyStop";
=     L     39.3;
BLD   103;
A     "OMO Auto_P90";
=     L     39.4;
BLD   103;
A     "OMO AutoNewStartPLC_P90";
=     L     39.5;
BLD   103;
A     #TB1_CMDAutoOPN;
=     L     39.6;
BLD   103;
A     #TB1_CMDAutoCLS;
=     L     39.7;
BLD   103;
A     "MB1_01FLA2_PBOpen";
AN    "OMO Remote";
=     L     40.0;
BLD   103;
A     "MB1_01FLA2_PBClose";
AN    "OMO Remote";
=     L     40.1;
BLD   103;
A(    ;
O     "MB1_01FLA2_PBStop";
O     "OMO Remote";
)     ;
=     L     40.2;
BLD   103;
A     "MB1_01FLA2_IOpened";
=     L     40.3;
BLD   103;
A     "MB1_01FLA2_IClosed";
=     L     40.4;
BLD   103;
A     "STD_Acknowlwdge2s_P90";
=     L     40.5;
BLD   103;
A     "STD_LampTest_P90";
=     L     40.6;
BLD   103;
```

```
      CALL #SF_01FLA2 (
           IB1ReleaseOPN            := L     39.0,
           IB1ReleaseCLS            := L     39.1,
           IB1EmerStop              := L     39.3,
           IB1Auto                  := L     39.4,
           IB1BtnAutoStart          := L     39.5,
           IB1CMDAutoOPN            := L     39.6,
           IB1CMDAutoCLS            := L     39.7,
           IB1CMDManOPN             := L     40.0,
           IB1CMDManCLS             := L     40.1,
           IB0CMDManSTOP            := L     40.2,
           IB1PositionOpen          := L     40.3,
           IB1PositionClose         := L     40.4,
           IB1FltAck                := L     40.5,
           IB1LampTest              := L     40.6,
           II_MaxMovingTime         := 180,
           II_MaxLSDel              := 10,
           OB1FlapOPN               := "MB1_01FLA2_KOpened",
           OB1FlapNOTCLS            := "MB1_01FLA2_KNotCls",
           OB1LampFlapOPN           := "MB1_01FLA2_HOpened",
           OB1LampFlapCLS           := "MB1_01FLA2_HClosed",
           OSFlapStatus             := "COM Statuses_OP"._01FLA2_Status,
           OSFlapAlarm              := "COM Alarms"._01FLA2_Alarms,
           OSFlapAnalog             := "COM Analogs_OP"._01FLA2_Analog);
      NOP   0;
NETWORK
TITLE =Teplota je OK
//Pokud neni teplota OK nahodi se pomoci RS KO alarm
//"VISU Alarms"._01FLA2_X_M1Alarm._TemperIsNotOK
      A     "STD_Acknowlwdge2s_P90";
      R     #SB1TemperatureFlt;
      A     "MB1_01FLA2_TemperOK";
      S     #SB1TemperatureFlt;
      A     #SB1TemperatureFlt;
      =     "COM Alarms"._01FLA2_Alarms.Flt._TemperIsNotOK;
NETWORK
TITLE =Prenos analogovych hodnot do DB122 a DB132
      A     "STD_Log1";
      =     L     39.0;
      A     L     39.0;
      JNB   _003;
      CALL "BLKMOV" (
           SRCBLK                   := #TS_01FLA2_Analog,
           RET_VAL                  := #TI_RetValTemp2Op,
           DSTBLK                   := "COM Analogs_OP"._01FLA2_Analog);
```

```
_003: NOP   0;
      A     L     39.0;
      JNB   _004;
      CALL "BLKMOV" (
           SRCBLK                   := #TS_01FLA2_Analog,
           RET_VAL                  := #TI_RetValTemp2Pc,
           DSTBLK                   := "COM Analogs_PC"._01FLA2_Analog);
_004: NOP   0;
NETWORK
TITLE =Vystupni interface
      A     "MB1_01FLA2_KOpened";
      =     "=01FLA2+H3-K2:A1";
      A     "MB1_01FLA2_KNotCls";
      =     "=0EB1+H2-K2:23";
      A     "MB1_01FLA2_HOpened";
      =     "=01FLA2+H5-H3:X1";
      A     "MB1_01FLA2_HClosed";
      =     "=01FLA2+H5-H1:X1";
NETWORK
TITLE =END
      SET   ;
      SAVE  ;
      BE    ;
END_FUNCTION_BLOCK
```

10 Obsah přiloženého CD

Adresář	Obsah
ATX standard	ATX Standard pro tvorbu SW prostředí SIMATIC Step7
Dokumentace	Elektrotechnická dokumentace
Obr	Všechny obrázky, které jsou součástí BP
Software	Navržený software
Tab	Všechny tabulky, které jsou součástí BP
Vypracovani	BP v elektronické podobě

Tabulka 10.1 Obsah přiloženého CD