ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

KATEDRA ELEKTROMECHANIKY A VÝKONOVÉ ELEKTRONIKY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Postupy a metodika při tvorbě aplikačního software automatizačním systémem ZAT Plant Suit MP

Vladimír Máša **2015**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: **2014/2015**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Vladimír MÁŠA, DiS.**
Osobní číslo:	**E12B0072K**
Studijní program:	**B2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor:	**Aplikovaná elektrotechnika**
Název tématu:	**Postupy a metodika při tvorbě aplikačního software automatizačním systémem ZAT Plant Suit MP**
Zadávající katedra:	**Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

Zásady pro vypracování:

1. Popište základní principy a vlastnosti ZAT Plant Suit MP.
2. Popište metody návrhu kritických systémů v souvislosti s normalizací v dané oblasti.
3. Vytvořte metodiku tvorby aplikačního software automatizačního systému ZAT Plant Suit MP.
4. Proveďte vizualizace, sběr dat a řízení tech. procesů.

Rozsah grafických prací:	**podle doporučení vedoucího**
Rozsah pracovní zprávy:	**20 - 30 stran**
Forma zpracování bakalářské práce:	**tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

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

Vedoucí bakalářské práce:	**Ing. Jana Jiřičková, Ph.D.** Katedra elektroenergetiky a ekologie
Datum zadání bakalářské práce:	**15. října 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce:	**8. června 2015**

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

Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2014

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na postup a metodiku při tvorbě aplikačního software systémem ZAT Plant Suit MP. V práci jsou uvedeny základní principy a vlastnosti ZAT Plant Suit MP, popsány metody návrhu kritických systémů v souvislosti s normalizací v dané oblasti. Práce dále obsahuje metodiku tvorby aplikačního software až po sběr dat a vizualizaci.

Klíčová slova

Prostředky ZAT, vývojové prostředí Pertinax2007, redundance, ovladače, normy, směrnice, předpisy, tvorba uživatelských aplikací, práce s binárními a analogovými signály, tvorba HMI, algoritmy, HW a SW konfigurace, operátorská úroveň SCADA/HMI.

Abstract

The present thesis is focused on process and methodology in the development of application software system ZAT Plant Suite MP. The literary work presents the basic principles and characteristics ZAT Plant Suite MP, describes the design method of critical systems in the context of standardization in the area. The work also includes a methodology for developing application software to data collection and visualization.

Key words

Means ZAT, development environment Pertinax2007, redundancy, drivers, standards, guidelines, regulations, creation of user applications, working with binary and analog signals, creating HMI, algorithms, hardware and software configuration, operator level SCADA/HMI.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této bakalářské práce.

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

podpis

V Příbrami dne 22.5.2015 Vladimír Máša

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucí diplomové práce Ing. Janě Jiříčkové, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

OBSAH

ÚVOD 9

1 STRUKTURA PROSTŘEDKŮ ZAT – PLANT SUITE MP 10

1.1 ZAT-DV 11
1.2 ZAT-PRIMIS 14
1.3 ZAT – SANDRA 16
1.4 ZAT-FS 21

2 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ PERTINAX2007 24

2.1 ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI APLIKACE PERTINAX2007 24
2.2 REDUNDANCE 28
2.3 OVLADAČ 28

3 PŘEHLED NOREM, SMĚRNIC, PŘEDPISŮ A OMEZENÍ 29

3.1 APLIKAČNÍ PROCESNÍ SW 32
3.2 APLIKAČNÍ MONITOROVACÍ SW (OPERÁTORSKÁ STANICE) 34
3.3 APLIKAČNÍ DOMÉNOVÝ A ARCHIVAČNÍ SW 38
3.4 PŘEHLED OMEZENÍ PRO SCADA/HMI 38

4 ZÁSADY PRO TVORBU UŽIVATELSKÝCH APLIKACÍ 39

4.1 PRÁCE S ANALOGOVÝMI A BINÁRNÍMI SIGNÁLY 43
4.2 TVORBU IDENTIFIKÁTORŮ 47
4.3 HARDWAROVÉ A SOFTWAROVÉ ROZHRANÍ 48
4.4 ZÁSADY PRO TVORBU HMI 50

5 VLASTNÍ TVORBA APLIKAČNÍHO SW 56

5.1 ALGORITMY 56
5.2 UŽIVATELSKÝ SOFTWARE ŘS 57
5.3 METODA PROGRAMOVÁNÍ V PERTINAX2007 60
5.4 NASTAVENÍ HW A SW KONFIGURACE 62
5.5 UŽIVATELSKÁ ÚLOHA 65
5.6 ZPRACOVÁNÍ ANALOGOVÝCH SIGNÁLŮ 66
5.7 PŘEKLAD UŽIVATELSKÉ ÚLOHY 74

6 OPERÁTORSKÁ ÚROVEŇ (SCADA /HMI) 75

6.1 ANALOGOVÉ OKNO 75

6.2 BINÁRNÍ OKNO 78

ZÁVĚR 81

SEZNAM ZKRATEK 82

SEZNAM ZDROJŮ 84

PŘÍLOHY:

Příloha 1: Implementační algoritmy (3 listy)

Příloha 2: Softwarové výkresy vytvořené v Pertinax2007 (3 listy)

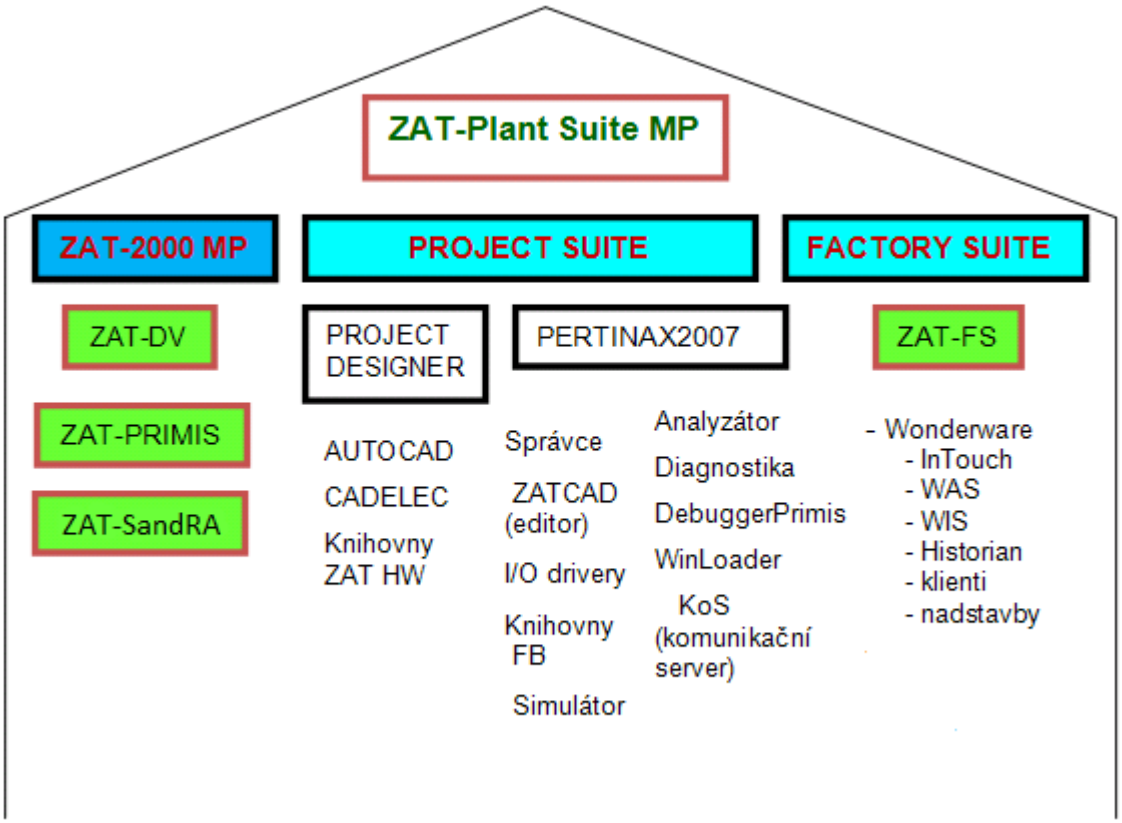
Úvod

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na postup a metodiku při tvorbě aplikačního software systémem ZAT Plant Suit MP, což je technologie, která zahrnuje prostředky pro projektování, programování a nástroje pro tvorbu rozhraní mezi technologií a člověkem.

V práci jsou uvedeny základní principy a vlastnosti ZAT Plant Suit MP, popsány metody návrhu kritických systémů v souvislosti s normalizací v dané oblasti. Práce dále obsahuje metodiku tvorby aplikačního software až po sběr dat, vizualizaci a řízení technologických procesů.

1 Struktura prostředků ZAT – Plant Suite MP

Automatizační technologie ZAT-Plant Suite MP zahrnuje řadu výrobků pro automatizaci ZAT-2000MP, řadu prostředků pro projektování a programování a nástroje pro tvorbu rozhraní mezi technologií a člověkem ZAT-FS (Factory Suite).



Obr. 1.1: Struktura automatizační technologie ZAT-Plant Suite MP. [1]

Skupina výrobků ZAT-200MP zahrnuje automatizační systémy:

- ZAT-DV
- ZAT-PRIMIS
- ZAT-SandRA

Mezi prostředky pro projektování a návrh jsou zařazeny:

- AUTOCAD
- CADELEC
- knihovny ZAT HW

Komplexním prostředkem pro tvorbu uživatelského software je systém Pertinax2007, který zahrnuje:

- Správce projektu – zpřístupňuje jednotlivé složky projektu
- ZATCAD(editor) – editace a prohlížení výkresů
- Knihovny FB – knihovny funkčních bloků
- I/O drivery
- Simulátor
- Analyzátor
- Diagnostiku – zobrazování hodnot a trendů
- DebuggerPrimis – ladící a monitorovací program pro ZAT-PRIMIS
- WinLoader – program pro zavádění kódu programových modulů a konfiguračních souborů do exekutivy
- KoS (komunikační server) – pro systémovou komunikaci s procesní stanicí

Do skupiny nástrojů ZAT-FS pro vizualizaci, správu a zpracování dat je zařazena skupina produktů Wonderware.

Integrované vývojové prostředí umožňuje kompletní specifikaci projektu, od konfigurace systému přes tvorbu aplikačního SW, přenos aplikace na cílovou jednotku (PLC) až po diagnostiku a údržbu běžící stanice. [1]

1.1 ZAT-DV

Automatizační systém s označením ZAT-DV, určený pro realizaci funkcí do bezpečnostní kategorie C na úrovni styku s technologickým procesem a decentralizovaného řízení, je řídicím systémem pro řízení technologických procesů na bázi decentralizovaných programovatelných prostředků vysokého průmyslového standardu, vzájemně komunikujících prostřednictvím komunikačních sběrnic a s prostředky pro implementaci redundance komponent na systémové úrovni.

Popis HW

Vana ZAT-DV

Vana je určena pro napájení a přenos dat desek souboru ZAT-DV používajícího sběrnici VME systému ZAT-2000 MP. Šířka vany je 19” a je určena do standardní zástavby panelu. Výška vany je 6HE (266 mm). Pro napájení jsou použity dva zdroje DVPWR6 napájené bezpečným vstupním napětím o jmenovité hodnotě

+24V. Dále je vana vybavena deskou pro generování signálů VME-bus a vyhodnocování správných úrovní všech napětí systému DVRS5, centrálním servisním modulem DVCSM2 sledování funkce řídícího systému a měření teploty v okolí procesorové karty. Vana umožňuje výměnu desek za provozu (live insertion) pro navolení odpojení příslušné desky a signalizaci odpojené desky je ve vaně instalována jednotka DVSV3.

Procesor

K řízení procesní stanice ZAT-DV je použito procesorů DV300. Deska DV300 je řídící deska systému ZAT-DV o velikosti 3U. Deska je založena na procesoru Freescale PowerQUICC II MPC8270 na frekvenci 266MHz. Deska je vybavena 64MB paměti FLASH, která je použitelná pro uložení operačního systému a uživatelských dat. Na desce je integrováno 64MB paměti SDRAM, která slouží jako paměť dat. Data v paměti jsou zabezpečena ECC kódem. Deska DV300 je připojena k systému ZAT-DV sběrnicí VME. S okolím deska komunikuje prostřednictvím sériového RS-232, USB 1.1, IrDA a Fast Ethernet rozhraní.

Přidělování časové značky

Řídicí deska DV300 využívá Ethernet rozhraní a protokolu PERNET pro čtení a zápis dat do archivu nadřazeného systému a zpracovává SNTP (Simple Network Time Protocol) pro synchronizaci času.

Přidělování přesného času do časové značky zajišťuje řídicí deska DV300, na základě jednotného času, přenášeného SNTP protokolem po síti Ethernet. RTC (Real Time Clock) řídící desky DV300 se synchronizuje.

Nastavení ovladačů komunikace PERNET a ovladače SNTP se provádí konfiguračními soubory, které se vytvářejí v SW nástroji Pertinax2007.

I/O jednotky

I/O analogové jednotky

Pro zpracování vstupních/výstupní analogových signálů slouží jednotky systému ZAT-DV, DV4xx.

- Analogová jednotka DV457A - 16 vstupů 0..20 mA DC, 0..5 mA DC
- Analogová jednotka DV457B - 16 vstupů 0..20 mA DC, 0..5 mA DC, 2 výstupy 0..24 mA DC

- Analogová jednotka DV465A - 16 vstupů - 120..+120 mV DC, 0..1000 Ohm

I/O binární jednotky

Pro zpracování vstupních/výstupních logických signálů slouží jednotky systému ZAT-DV, DV651, DV652, DV851 a DV856.

- Digitální jednotka DV651 - 32 vstupů, 24 V DC čítač, indikace stavu vstupu LED
- Digitální jednotka DV652 - 32 vstupů, 24 V DC, indikace stavu vstupu LED
- Digitální jednotka DV851 - 32 výstupů, výstup typu spínací kontakt relé, 2A/24VDC/230VAC
- Digitální jednotka DV856 - 32 výstupů, výstup typu spínací polovodičové relé, 2A/60V

Jednotky DV651, DV652 souboru ZAT-DV jsou určeny pro připojení 32 logických vstupů přes sběrnici VME k řídicímu systému ZAT–2000 MP. Vstupy jsou rozděleny do dvou šestnáctic (od shora 32÷17, 16÷1). Všechny vstupy jsou galvanicky odděleny od systému a od sebe navzájem.

Jednotka DV851 je určena pro spínání středně výkonných spotřebičů. Řídicí deska souboru ZAT-DV k ní přistupuje přes sběrnici VME. Výstupy desky jsou spínací kontakty relé, které jsou ovládány pomocí registrů ORH (kontakty 32 ÷ 17) a ORL (kontakty 16 ÷ 1).

Deska DV856 je určena pro spínání středně výkonných spotřebičů. Řídicí deska souboru ZAT-DV k ní přistupuje přes sběrnici VME. Výstupy desky jsou spínací polovodičové relé, které jsou ovládány pomocí registrů ORH (kontakty 32 ÷ 17) a ORL (kontakty 16 ÷ 1).

I/O rozhraní

Signály z technologie jsou k řídícímu systému ZAT-DV připojovány buď přímo na I/O jednotky nebo přes modulární rozhraní relé, ZAT-V nebo ZAT-M.

- Moduly ZAT–V zpracovávají analogové signály. Jsou určeny především pro převod a oddělení signálů mezi řídicím systémem a periferním zařízením. Obsahují podle provedení logické a signalizační obvody.

- Moduly ZAT–M tvoří rozhraní mezi řídicím systémem a periferním zařízením pro unifikaci binárních signálů.

Komunikace dat

Stanice PLC komunikuje svá data protokolem PERNET na žádost v paketech dlouhých 1436 bytů, kde v hlavičce každého paketu je časová značka okamžiku odesílání s rozlišením 1ms. V konfigurátoru ovladače komunikace PERNET je možné definovat zdroj času v hlavičce každého paketu a to buď značku z NTP serveru, nebo časovou značku získanou jiným způsobem (externí zdroj). S touto časovou značkou jsou komunikovány všechny diskrétní a analogové signály.

Nezávislost na vlastním řízení je zajištěna samostatným driverem Drv_sntp, který provádí synchronizaci času.

1.2 ZAT-PRIMIS

Systém ZAT-PRIMIS je určený pro realizaci funkcí do bezpečnostní kategorie B. Je realizován na bázi programovatelných prostředků vysokého průmyslového standardu, vzájemně komunikujících prostřednictvím komunikačních sběrnic. Obsahuje prostředky pro implementaci redundance komponent na systémové úrovni a rozsáhlou on-line diagnostiku.

Popis HW

Základem HW provedení systému ZAT-PRIMIS je 19“ vana určená k zabudování do rozváděče. Do této vany se dle požadavků umisťují procesorové a interfaceové desky. Desky zasunuté do vany jsou propojeny sériovou komunikační sběrnicí SSIO. Pro vybrané typy desek je navíc k dispozici paralelní sběrnice, umožňující rychlé přenosy velkého objemu dat.

Celkový počet pozic ve vaně je 21. Vyrábí se i vany pro 5 pozic a pro 7 pozic. Každá pozice je jednoznačně identifikována signálem IDENTxx generovaným elektronikou na desce. Všechny konektory náležející k sériové sběrnici i spodní konektory paralelní sběrnice jsou zařezávací konektory s vývody dlouhými 13 mm pro připojení kabelů a vyvedení na svorkovnici.

Do van jsou umístěny dva napájecí zdroje s dvěma nezávislými přívody 220V/50Hz. Napájecí napětí pro jednotky 24V ss je rozvedeno dvěma větvemi ze zdrojů až k jednotkám. Na každé jednotce je proveden diodový výběr napájení.

Provedení vany splňuje požadavky na EMC pro řídící systém, a umožňuje standardní vyvedení všech vstupů a výstupů na svorkovnicové moduly systému.

Procesor

K řízení procesní stanice je použito multiprocesorového mikropočítače D8202P2. Jedná se o inteligentní řídící multiprocesorovou desku o výšce 6U, s procesorovým modulem PC104 s podporou komunikace CAN, RS232, RS422/RS485. Provedení desky umožňuje sdružení dalších PC104 modulů na jedné jednotce.

Komunikační jednotky.

- Komunikační jednotka D3601P2 pro připojení k lince RDD
- Komunikační jednotka ZD3022C1 pro připojení k síti Ethernet

I/O jednotky

I/O analogové jednotky

Analogová deska vstupů/výstupů H5801P1 o výšce 6U, slouží jako inteligentní deska analogových vstupů/výstupů umožňující propojení s řídící deskou pomocí paralelní sběrnice.

Jednotka umožňuje připojení 16 vstupů a 4 výstupů. Na vstupech jsou zapojeny dva 12–ti bitové osmikanálové A/D převodníky s programovatelnými vstupy, které mohou být napěťové s volitelným rozsahem ±10V, ±5V, 0÷10V, 0÷5V nebo proudové s rozsahem 0(4)÷20mA. Výstupy jsou obsluhovány přes jeden 12-ti bitový D/A převodník se 4 vysokoimpedančně oddělenými výstupními obvody 0(4)÷20mA, se zpětným hlídáním přes interní analogové vstupní signály.

I/O binární jednotky

Deska binárních vstupů/výstupů D7401P1 resp. D7401P2 je řešena jako úplný autonomní mikropočítačový logický vstup/výstupní subsystém. Deska disponuje 48 galvanicky oddělenými oboupolaritními 24V vstupy (log 0: 0 až 5V, log1: 15 až 30V) a 32 galvanicky oddělenými logickými výstupy 0-36V/1A max., které mají po čtveřicích diagnostikované výstupy.

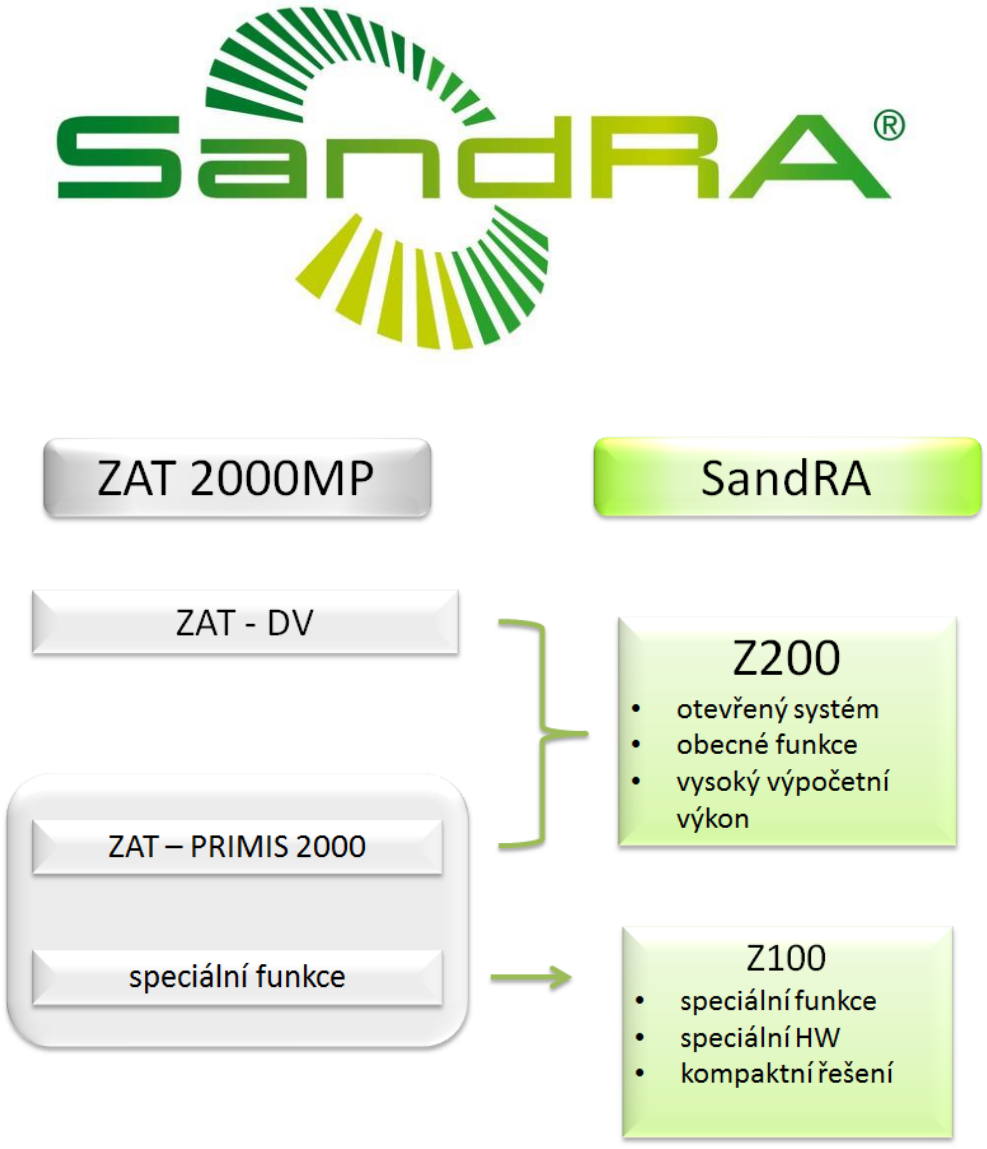
I/O rozhraní

Signály z technologie jsou k řídicímu systému ZAT-PRIMIS připojovány přes desky svorkovnic.

Redundance

Redundance je řešena v použití dvou procesních van ZAT-PRIMIS buď v paralelním režimu nebo v režimu Master/Slave. [6]

1.3 ZAT – SandRA



Obr. 1.2 Schéma platformy ZAT-SandRA

SandRA - Safe And Reliable Automation je systém vycházející ze zkušeností z vývoje a provozu systému ZAT 2000MP (ZAT-DV a ZAT PRIMIS).

Má dostatečně výkonný HW umožňující rozvoj SW funkcí, vysokou flexibilitu pro standartní i speciální řešení zachovávající kontinuitu SW a projekčních nástrojů.

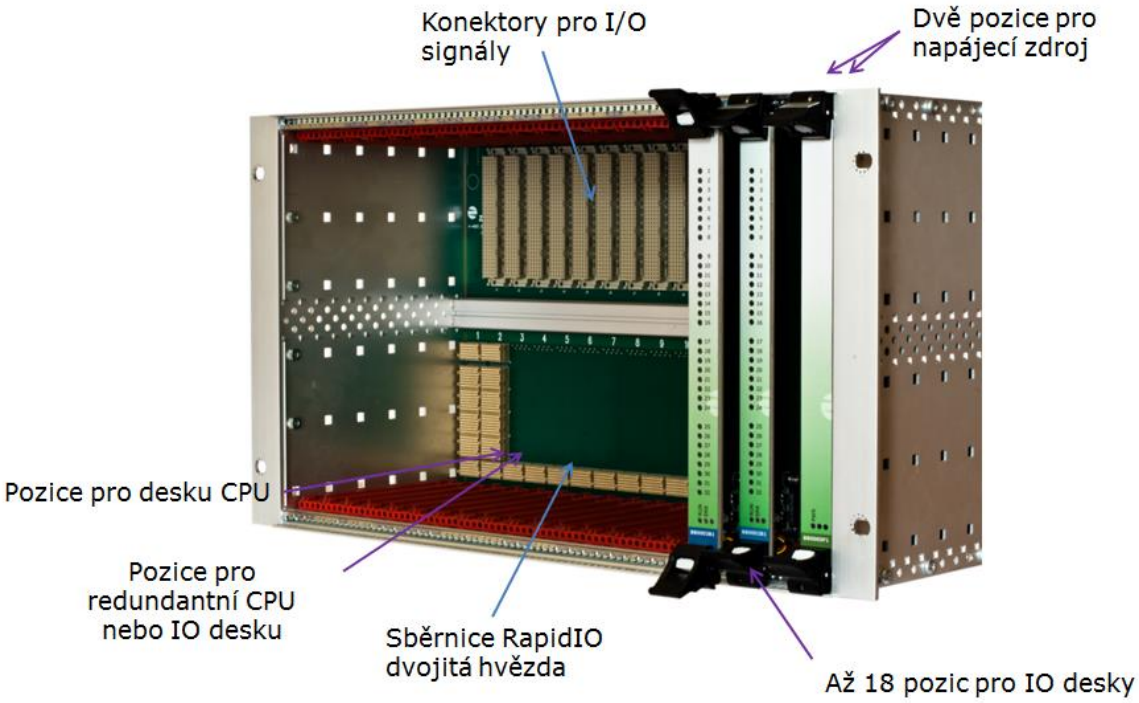
Systém umožňuje integraci nových stanic do existujících aplikací a přenos aplikačního SW.

PROCESNÍ stanice Z200

Základní vlastnosti

Mechanické uspořádání – Standardní 19“ rack mechanika se zásuvnými deskami v provedení zajišťujícím odolnost proti elektromagnetickému rušení. Typizované připojení I/O signálů a možnost zasunutí speciálních modulů pro úpravu signálů v zadním prostoru racku.

Interní sběrnice - Vysokorychlostní (1,25 Gb/s) sériová sběrnice standardu RapidIO v uspořádání „dvojitá hvězda“ zajišťuje propojení desek zasunutých v racku. Dvojitá sběrnice je realizovaná formou „backplane“, který neobsahuje žádné aktivní prvky.



Obr. 1.3 Popis 19“ mechaniky (vany)

Redundance – Všechny klíčové prvky stanice je možno volit jako redundantní. Tzn. dvojitá interní datová sběrnice, osazení dvou řídících desek (CPU) v redundantním režimu, dvojitý rozvod napájecích napětí, osazení dvou napájecích zdrojů.

Funkce Live Insertion – Všechny zásuvné desky řady Z200 (I/O desky, CPU, komunikační desky, zdroje) umožňují výměnu desky za provozu řídící stanice (v případě CPU a zdrojů je nutná redundantní konfigurace).

Galvanické oddělení – u všech zásuvných desek je důsledně dodržováno galvanické oddělení vstupních obvodů a komunikačních linek od obvodů interní logiky a napájení většina I/O desek má galvanicky odděleny i jednotlivé kanály mezi sebou.

Napájení – Napájení je přivedeno dvěma nezávislými systémy až na úroveň jednotlivých zásuvných desek. Do racku je možno osadit dva napájecí zdroje, které mohou pracovat jako redundantní. V rámci typizovaného připojení IO signálů možno využít rozvedení externího napájení vnějších návazností (čidel, kontaktů).

Řídící deska (CPU)

- základní uživatelsky programovatelná jednotka souboru Z200
- vysoký výpočetní výkon (800 MIPS @450MHz), 2x Ethernet, 2 x sériové rozhraní RS232/422/485, 1 x USB
- sdílení dat mezi dvěma deskami v redundantním režimu prostřednictvím společného virtuálního paměťového prostoru.
- komunikace s ostatními I/O deskami ve vaně, které slouží jako I/O interface, po sériové sběrnici Serial RapidIO.

Obr. 1.4 CPU deska

Napájecí zdroje

- vstupní napětí 24VDC nebo 48VDC, výkon 200W
- galvanické oddělení vstupu a výstupu
- provedení s interní diagnostikou a interfejsem, pro externí diagnostické signály.

- provedení bez diagnostiky (low cost řešení)
- možnost paralelního nebo redundantního chodu

Desky binárních I/O

- 32 až 64 binárních vstupů na desce, vstupní napětí typ. 24VDC, rozlišení 1ms, diagnostika přerušeného vedení.
- 32 binárních výstupů (zatížení 60V 0,3A), volitelná funkce FAIL Safe (při ztrátě komunikace s řídící deskou se všechny výstupy rozepnou).
- Galvanické oddělení vstupů a výstupů
- Diagnostický systém pro monitorování funkce desky
- Speciální vstupy pro snímače otáček (volitelné parametry: jmenovité otáčky a počet zubů snímacího kola; simulace vstupního signálu pro diagnostické účely)

Desky analogových vstupů a výstupů (AI/AO)

- 16/4 až 32/0 vstupů/výstupů na desce, základní rozsah ± 20mA, přesnost vstupů 0,02%, vysoká odolnost proti rušení.
- volitelná rychlost AD převodu. Deska s integrovaným regulátorem pro rychlé regulační smyčky.
- možnost rozšíření vlastností pomocí přídavných modulů (napájení smyček; HART modem; zesílení výstupních signálů)
- integrované testování chyb
- potlačení souhlasného a sériového rušení 50 Hz

Komunikační desky

- master Profibus DP
- 4 kanály Ethernet 100BASE, průmyslový Ethernet POWERLINK
- 6 x asynchronní sériová linka RS232/422/485

Přídavné moduly a doplňkový sortiment

- galvanicky oddělené napájení senzorů s proudovým výstupem
- zesílení úprava a diagnostika výstupních signálů
- HART modem/multiplexer

- ventilační bloky s inteligentním řízením a diagnostikou

Řídící stanice Z100

Z100 doplňuje systém Z200 v níže uvedených oblastech:

- Speciální řešení zejména pro jadernou energetiku (např. ŘS pro řízení pohonů regulačních tyčí jaderného reaktoru,…)
- Kompaktní řešení (např. Regulátor buzení,…)

Základní vlastnosti

- Veškeré desky/bloky mají vlastní procesorové jádro shodné koncepce, které zajišťuje vykonávání řídicích algoritmů.
- Počty, rozsahy a charakter vstupních a výstupních signálů, komunikace a napájecí napětí ale i mechanické provedení závisí na řízené technologii.
- Spojujícím prvkem desek, bloků a modulů řady Z100 je tak použití jednotných řešení jak v oblasti HW (shodný sortiment součástek a obvodová řešení) tak i v oblasti tvorby SW (společné knihovny a SW moduly, jednoduchý OS).

Společné vlastnosti

- Autonomní řídící desky (s možností vzájemné komunikace)
- Systémový SW – Vlastní jednoduchý operační systém a knihovny SW modulů
- Redundance – Dvojitá interní datová komunikace, dvojitý rozvod napájecích napětí, možnost osazení dvou, tří, nebo čtyř jednodeskových regulátorů s realizací patřičného výběru (1z2, 2z3, nebo 2z4)
- Diagnostika – Jednotné sledování důležitých funkcí a parametrů desek/modulů, systémových parametrů a provozních údajů

Provedení

Formáty bloků, desek, modulů abloků Z100 a jich provedení je velmi různorodé a je dáno jejich použitím

- Provedení do 19” vany
- Provedení pro pulty v JE
- Provedení na DIN lištu [12]

1.4 ZAT-FS

ZAT Factory Suite jsou monitorovací systémy ZAT a.s. Jedná se o otevřené standardizované řešení integrované do ZAT -Plant Suite, který nabízí dvě základní koncepce řešení operátorské úrovně:

Koncepce využívající pro komunikaci s úrovní přímého řízení I/O server, který poskytuje data jednotlivým operátorským stanicím. Vlastní zpracování dat, jednotlivé technologické obrazovky a řídící úlohy se vykonávají na operátorských stanicích.
Patří mezi ně tato řešení: Control Web, Grafik (ZAT), Reliance, Easymon (ZAT)

Koncepce využívající tzv. Wonderware Application Server (WAS). V tomto případě probíhají veškeré operace s daty na serveru. Operátorská pracoviště pak slouží pouze k zobrazení dat pomocí tzv. „tenkého klienta“.

Jsou využívány následující nástroje firmy Wonderware:

- InTouch I/O komunikace hardware
- IndustrialSQL Server
- ActiveFactory

Popis komponentů systému

Wonderware InTouch je software pro vizualizaci, sběr dat a supervizní řízení technologických procesů kategorie SCADA/HMI (Supervisory Control and Data Acquisition / Human-Machine Interface)

Program InTouch umožňuje snadno vytvořit grafické zobrazení jakýchkoliv výrobních technologií na monitoru počítače, jejich ovládání a dynamické animace, které věrně a v reálném čase zobrazují aktuální stavy provozovaných systémů. K dispozici jsou i knihovny se stovkami hotových grafických objektů s předdefinovanými funkčnostmi (motory, ventily, čerpadla, posuvné ovladače, přepínače, akční tlačítka, ukazatele, displeje aj.) a vazbou na jednotnou databázi ZAT Plant Suite

I/O Servery zajišťují komunikaci s programovatelnými logickými automaty (PLC) nebo s jinými systémy pro přímé řízení. K dispozici je podpora pro řídicí hardware všech významných výrobců (Siemens, Rockwell aj.).

Industrial SQL Server slouží k ukládání velkých objemů výrobních dat v reálném čase do relační databáze. Jádrem technologie je licencovaný databázový server Microsoft SQL Server 7.0 se speciálními nadstavbami pro průmyslové použití.

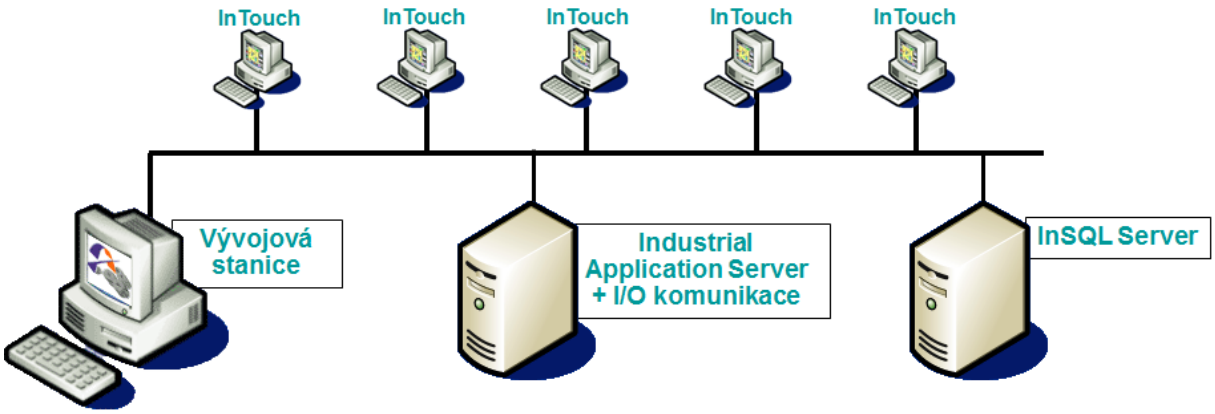
ActiveFactory jsou klientské nástroje pro analýzu dat uložených v procesní databázi Wonderware IndustrialSQL Server. ActiveFactory poskytuje zobrazení uložených dat v požadovaných časových intervalech v podobě časových grafů (trendů), snadné numerické analýzy dat s využitím programu MS Excel, souhrnné výstupní sestavy (reporty) v prostředí MS Word i jednorázové (ad hoc) dotazy na konkrétní výrobní data.

Industrial Application Server poskytuje výhodu jednotného centrálního adresového prostoru, takže se i při distribuovaném použití (na několika počítačích) jeví jako „jediný“ server. Jeho distribuované vlastnosti umožňují snadno vytvářet aplikace neomezeného výkonu. Splňuje požadavky vyžadující práci v reálném čase s často velmi krátkou dobou odezvy řádu až milisekund.

Základním prvkem při vývoji jsou objektové šablony, jež reprezentují dílčí technologická zařízení i komplexní celky včetně I/O odkazů, skriptů, definic alarmových stavů, historizace, zabezpečení, grafiky apod.

Typický projekt WAS

- Vývojová stanice s konfiguračními daty a jednotnou DB
- Industrial Application Server - vykonávání automatizačních objektů + I/O komunikace
- Klientská pracoviště InTouch
- Historizační server (InSQL Server)



Obr. 1.5 Schema projektu WAS

Celkový přehled

HMI představuje vrstvu systému SKŘ, která zajišťuje komunikaci mezi sledovanou veličinou či řízenou technologií a pracovníky obsluhy. Systém HMI zahrnuje standardní ověřené technické prostředky a systémové a uživatelské programové vybavení, založené na ověřených technologiích.

Počítače jsou většinou centralizovány do panelů počítačových stanic a periferie jsou pomocí prodloužení PCI sběrnice decentralizovány na operátorské stoly. Součástí funkčního celku jsou taktéž napájecí rozváděče a komunikační panely.

Z hlediska SW je použit automatizační systém ZAT-FS, který je založen na OS Microsoft Windows, na produktech rodiny Wonderware a produktech určených pro správu a údržbu dokumentů, sítí a stanic.

komunikace

Veškerá zařízení jsou připojena na redundantní komunikační síť Ethernet 100MB/1GB, v rámci které jsou použity přepínače (switch) průmyslové kvality. [10]

2 Vývojové prostředí Pertinax2007

Pro realizaci software, jsou použity programové prostředky procesní úrovně systému ZAT - Plant Suite MP. Základní softwarový prostředek pro programování je integrované vývojové programové prostředí Pertinax2007, ve kterém je prováděn návrh aplikačního SW na hostitelském PC, pracujícím pod operačním systémem WINDOWS XP/Vista/7/8.1.

Pertinax2007 v plné šíři zahrnuje funkce pro procesní úroveň řízení, to znamená, že obsahuje systémový, projekční, servisní a diagnostický SW pro procesní stanice. Tento vývojový systém zahrnuje uživatelské nástroje pro řízení projektu, programování, parametrizaci a časování úloh, konfiguraci ovladačů řídicích jednotek, překlad, nahrávání a spouštění řídicích modulů, ladění algoritmů za běhu systému a další.

Běh řídicích algoritmů zajišťuje systémový runtime modul Pertinax2007, jehož základ tvoří operační systém reálného času Linux a firmware, obsahující ovladače zařízení ZAT - Plant Suite MP. Řídicí algoritmy jsou realizovány uživatelskými úlohami.

2.1 Základní vlastnosti aplikace Pertinax2007

Pertinax2007 se používá pro všechny produktové řady řídicích desek ZAT a je implementován pro desky vlastní i nakupované. Základem programu je funkce „Projekt“, který zahrnuje definici HW i SW komponent a umožňuje řadu křížových kontrol při vytváření aplikace.

Charakteristické vlastnosti:

- snadné programování aplikací pomocí grafických objektů (funkční bloky, porty)
- rozhraní stanice definováno přes ovladače systému, každý ovladač má konfigurátor pro nastavení svých vlastností
- otevřenost systému vzhledem k datové i systémové komunikaci
- rozsáhlé diagnostické možnosti (diagnostika uživatelského SW,)
- podpora pokročilých SW i HW prvků (archivace, redundance procesoru)

Správa verzí

Oddělená instalace vývojového prostředí a systémového SW (RunTime). Aplikace umožňuje nainstalovat více verzí RunTime najednou a spouštět libovolnou z nich. Jednotlivým stanicím v daném projektu lze v průběhu realizace postupně přiřadit různé verze RunTime.

Podpora projekční databáze

Práce s databázovými soubory, která umožňuje centrální správu databáze signálů a návazností podle HW konfigurace. Dále je možné automaticky generovat podklady pro řízení vyšší úrovně (operátorské stanice).

Efektivní tvorba aplikačního SW

Programování se provádí grafickým jazykem funkčních bloků. Pokládání a propojování jednotlivých grafických objektů (funkčních bloků) vytváří názorně a snadno žádané chování aplikace. Pertinax2007 nabízí sady knihoven funkčních bloků, zahrnujících logické, aritmetické a speciální funkce (např. regulátory). Chování složitějších bloků se modifikuje zadáváním parametrů do tabulky s předem vyplněným názvem, typem a default hodnotou. Tím se zvyšuje snadnost použití bloků pro uživatele.

Rozhraní stanice

Všechny vstupní a výstupní signály algoritmu (přímé I/O z procesu, komunikace, terminály a speciální zařízení) jsou definovány přes ovladače daných zařízení. Konkrétní vlastnosti se nastavují v konfigurátorech jednotlivých ovladačů. Tyto vstupy a výstupy jsou v uživatelském SW reprezentovány objekty typu port, které se propojují s funkčními bloky.

Komunikační server

Pertinax2007 obsahuje komunikační server KoS2007, který zajišťuje systémovou komunikaci se stanicí. Je možné definovat různé typy připojení stanice se servisním PC:

- lokální (po sériové lince) vždy
- centrální (z inženýrské stanice) pomocí obecných komunikačních standardů

Komunikační server dokáže aplikovat i kombinace některých typů připojení

(např. přechod sériová linka, Ethernet, Profibus).

Diagnostika uživatelského SW

Tato diagnostika SW zahrnuje zobrazení aktuálních hodnot a zobrazení trendů. Při zobrazení hodnot uživatel přepíná mezi editorem aplikačního SW a diagnostikou, ve které může na stejných grafických obrazovkách sledovat hodnoty v označených bodech algoritmu. Vybrané hodnoty lze též zobrazit jako trendy v grafech s x-osou reálného času.

Pokročilé komunikační možnosti.

On-line simulace vstupních a výstupních signálů a parametrů funkčních bloků (vstupy a výstupy algoritmu lze v rámci jejich typového rozsahu programově nastavit)

Synchronizace reálného času

Ve stanici se provádí synchronizace reálného času automaticky přes NTP server nebo za pomoci ručního nastavení času stanice z PC.

Pokročilé HW funkce. Pertinax2007 obsahuje SW moduly, které umožňují běh systému ve speciálních HW konfiguracích:

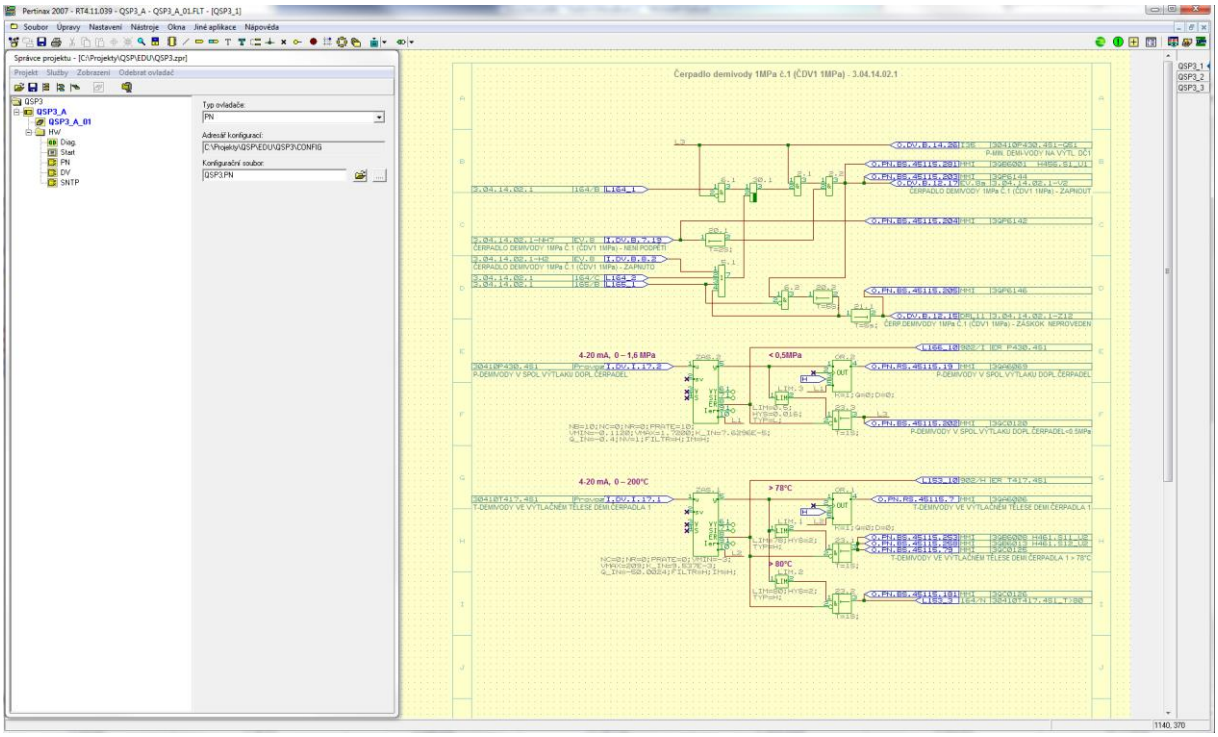
- redundance řídicí desky
- vany s možností výměny desek za provozu (Live Insertion)

Integrované prostředí systému Pertinax2007 má tři režimy (Editor, Simulátor, Analyzátor), mezi kterými lze jednoduše přepínat. Uživatelský SW je ve všech režimech zobrazen v grafické podobě (funkční bloky) stejným způsobem. Editor umožňuje vytváření žádané funkce a její kompilaci do binární podoby, Simulátor dovede provést kontrolu funkce pomocí simulace signálů bez připojené stanice, v Analyzátoru se pracuje s připojenou řídicí stanicí a lze přenášet SW moduly do stanice (upload) nebo diagnostikovat stanici a přenášet SW moduly ze stanice (download).

Pro konfiguraci systému slouží Správce projektu. Konfigurace zahrnuje specifikaci HW (typ procesorové desky, typy I/O desek a jejich adresy, typy komunikačních desek a další možná speciální rozhraní stanice) a SW (nastavení hodnoty operačního cyklu a dalších specifických vlastností pro procesorovou desku

např. archivace, typy komunikačních protokolů a konkrétní datová definice jejich přenosových rámců).

Aplikace je chráně na proti nelegálnímu kopírování HW klíčem typu HASP, který je třeba připojit k paralelnímu portu počítače (LPT1) nebo portu USB.



Obr. 2.1 Pracovní prostředí programu Pertinax2007

Uživatelský software vykonává následující funkce:

- Logika ovládaní vybraných pohonů
- Komunikace výsledných povelů pro pohony do DIAG pro archivaci
- Digitalizace a ověření platnosti vstupních analogových signálů
- Vytvoření mezí pro poruchovou signalizaci
- Logika výběrů, součtů por. signalizace
- Logika světelné, akustické signalizace
- Komunikace hodnot analogových signálů a vyhodnocených mezí do DIAG pro archivaci

2.2 Redundance

Redundancí je míněno zálohování řídícího systému na úrovni řídicí desky a všeho co s řídící deskou souvisí, tj. komunikace Pernet a synchronizace času GPS.

Pertinax2007 umožňuje redundantní provoz dvou řídicích desek v jedné vaně VME. Při tomto režimu systém vyžaduje ještě desku, vykonávající funkci testování sběrnice. Tuto funkci plní deska DVCSM (centrální servisní modul)

Redundanci zajišťuje systémový modul Redundance. Řídicí deska může být v režimu Master nebo Slave. Master provádí řízení technologie, obsluhuje komunikace atd., Slave je připraven k záskoku. Z dvojice procesorů může být vždy jen jeden master. Jednotlivé stavy jsou detailně diagnostikovány.

K záskoku může dojít ze dvou důvodů :

- modul Redundance na desce slave vyhodnotí, že master neběží
- některý ovladač na desce master vyhodnotí chybu, při které je nutné, aby řízení převzal slave

Mezi řídícími deskami dochází k přenosu dat a informací (obrazy vstupů, vnitřních stavů funkčních bloků a ovladačů), tím je zaručena připravenost desky v režimu slave k okamžitému záskoku. Data si vyměňují systémové moduly a ovladače, pokud to potřebují ke své činnosti v rámci redundance.

V režimu Master jsou prováděny algoritmy úloh a činnost ovladačů v plném rozsahu včetně čtení vstupů a nastavování výstupů. V režimu Slave se provádí algoritmy úloh, ale nejsou nastavovány výstupy. K přechodu řízení mezi řídícími deskami dochází v rámci jednoho operačního cyklu, což znamená, že tento přechod se na stavu výstupů nijak neprojeví.

2.3 Ovladač

Ovladač je v podstatě uživatelská rutina pod operačním systémem, která obsluhuje příslušné periferní zařízení a provádí čtení a/nebo zápis adresové oblasti daného procesu podle domluvené notace, přístupné pak uživateli. Ovladače jsou vytvořeny vývojovým oddělením ZAT a.s. a jejich implementace je zajištěna přes firmware. Spuštění je však podmíněno správnou konfigurací systému a správným nastavením komunikace v definičních souborech ovladačů.

Podrobný popis jednotlivých ovladačů je uveden v manuálu MA_07021 a má následující strukturu:

Všeobecná informace - název ovladače a řídicích desek, pro které může být použit. Pro většinu (vyjma ovladačů pro I/O desky) je uvedeno komunikační rozhraní. Dále je zde uvedeno, zda lze ovladač spustit v redundantním režimu.

Zápis I/O - podrobný rozpis, jak na výkrese definovat vstupy a výstupy při pokládání I/O objektů (tzv.vlajky). Správný zápis je automaticky kontrolován již při pokládání.

Konfigurátor - popis prostředí a způsobu ovládání programu pro vytvoření konfiguračního souboru daného ovladače. SW specifikace - obsahuje výpis systémových modulů (systémový SW), potřebných pro rozběh ovladače. Dále je zde uvedena definice spuštění ovladače v textovém startovacím souboru.

HW nastavení - tato položka je uvedena pouze u některých ovladačů. Je tu nastavení adres komunikačních nebo I/O desek, případně nastavení terminálu. [1]

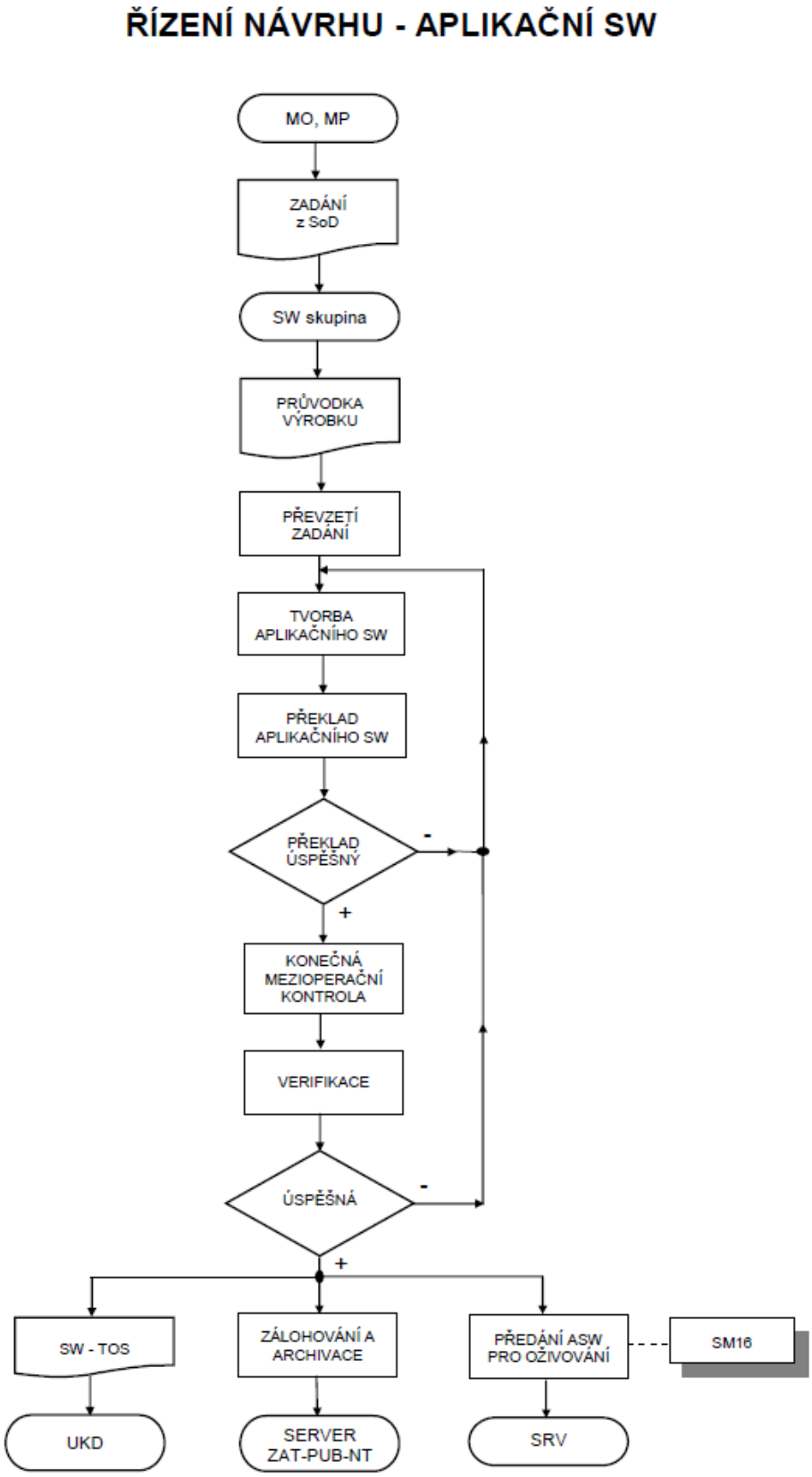
3 Přehled norem, směrnic, předpisů a omezení

Firma ZAT a.s. je držitelem certifikátů ISO 9001: 2008**,** 14001 a 18001. Při tvorbě aplikačního software automatizačním systémem ZAT Plant Suit MP se řídí níže zmíněnými normami, provozními předpisy a směrnicemi.

Tab. 3.1 Přehled norem směrnic a předpisů

ČSN EN 61131-3	Programovatelné řídící jednotky. Část 3: Programovací jazyky
ČSN EN 61508	Funkční bezpečnost E/E/PE systémů souvisejících s bezpečností
ČSN IEC 61226	Jaderné elektrárny - Systémy kontroly a řízení důležité pro bezpečnost - Klasifikace
ČSN IEC 61513	Jaderné elektrárny – Systém kontroly a řízení důležité pro bezpečnost – Všeobecné požadavky na systémy
ČSN IEC 62138	Instrumentace a řízení důležité pro bezpečnost – Softwarová hlediska pro systémy využívající počítače vykonávající funkce kategorie B nebo C
ČSN ISO 10007	Management jakosti - Směrnice pro management konfigurace
ČSN ISO/IEC 12207	Informační technologie - Procesy v životním cyklu software

ČSN ISO/IEC 90003	Softwarové inženýrství - Směrnice pro použití ISO 9001:2000 na počítačový software.
MA_01065	Postup při zařazení nového funkčního bloku do systému Pertinax
MA_07021	Popis ovladačů pro systém ZAT Plant Suite MP
B001	Číslování dokumentace projektované zakázky
B003	Dokumentace projektované zakázky
B006	Identifikace aplikačního SW
B007	Identifikace základního SW
R008	Zkoušky operátorských a procesních stanic
R009	Testy monitorovacího systému
R011	Simulace a kontroly vstupních a výstupních signálů
R016	Testování funkce a integrace modulů Pertinax
R017	Testování funkce a integrace aplikačního SW pro systém Pertinax
R018	Měření zatížení aplikačního SW pro systém Pertinax
R019	Testování přesnosti měření v systému Pertinax
R020	Konečná mezioperační kontrola SW
S007	Podklady pro MSY
S008	Zálohování SW produktů střediska projekce
S009	Zálohování SW produktů střediska MSY
S012	Zálohování SW produktů střediska vývoje
S015	Manuál řídícího a monitorovacího systému InTouch
S016	Nahrávání operačního systému do řídících desek ZAT 2000MP
S017	HW ochrana SW produktů ZAT
SM10	Řízení návrhu - vývoj
SM30	Výroba řídících systémů
SM34	Navrhování
SM49	Archivace SW produktů
SM61	Řízení návrhu - monitorovací systémy
SM72	Řízení návrhu - aplikační SW
V226-00J-4R001	Plán jakosti ZAT
V226-00J-4R002	Plán Verifikace a Validace
V226-00J-4R003	Plán tvorby (vč. SW)
V226-00J-4R004	Plán jakosti SW
V226-00J-4R005	Plán managementu konfigurace
V226-00J-4R010	Plán bezpečnosti SW
V226-00J-4R015	SRS – Specifikace požadavků na software
V226-00J-4R016	Analýza nebezpečí a rizika
V226-00R-4R001	Specifikace požadavků na SW
253/07	Manuál Wonderware InTouch
253/08	Manuál Wonderware Industrial SQL Server



Obr. 3.1 Řízení návrhu aplikačního SW vycházejícího ze směrnice SM72 [9]

Návrh

Vstupem pro návrh software je specifikace požadavků na SW (V226-00R-4R001). Výstupy z procesu návrhu software jsou aplikační SW, identifikované podle provozního předpisu B006 a dokumentované v „Dokumentaci SW“, která podává přehled vnitřního uspořádání o vnitřní funkčnosti SW.

Požadavky na SW jsou uvedeny ve Specifikaci požadavků na SW (V226-00J-4R015). [2] Stanovení postupů řízení návrhu udává SM72 (Řízení návrhu - aplikační SW). Každý požadavek je definován tak, že jeho dosažení je možno objektivně verifikovat a validovat zkouškou. Požadavky na funkce aplikačního procesního SW jsou detailně uvedeny v SRS a jejich splnění je protokolováno jak při verifikaci tak i při validaci.

Převzetí zadání

Dokumentem definující zadání je projektová dokumentace, kterou manažer projektu (MP) předává na základě zadání vycházející ze SoD (smlouvy o dílo) softwarové skupině, která vytvoří průvodku výrobku.

Aplikační SW je rozdělen na základě technického řešení:

- Aplikační procesní
- Aplikační monitorovací SW
- Aplikační výpočetní SW
-

3.1 Aplikační procesní SW

Aplikační procesní software je vyráběn v procesu stanoveném směrnicí SM72 těmito postupy:

- Tvorba aplikačního SW
- Překlad aplikačního SW
- Konečná mezioperační kontrola SW
- Verifikace aplikačního SW

Tvorba aplikačního SW

Aplikační software se vytváří v integrovaném vývojovém prostředí Pertinax. Toto integrované vývojové prostředí je určeno pro tvorbu aplikačního SW,

softwarovou konfiguraci HW a konfiguraci komunikací. Součástí vývojového prostředí je soubor knihoven funkčních bloků. Programování se provádí grafickým jazykem funkčních bloků, kompatibilním se standardem ČSN EN 61131-3.

Návrh a tvorba SW je řešena vždy pro určenou konfigurační položku (skříň s PLC).

Překlad aplikačního SW

Překlad aplikačního SW se provádí v integrovaném vývojovém prostředí Pertinax. Při překladu je prováděna kontrola správnosti zapojení vstupů a výstupů, použitých funkčních bloků, komunikačních driverů na základě definované HW konfigurace a správnost syntaxe zápisu parametrů funkčních bloků. Výstupem jsou binární soubory jednotlivých úloh (samostatná část software jednoho PLC pro specifickou činnost), konfigurační a spouštěcí soubory.

Konečná mezioperační kontrola SW

Konečnou mezioperační kontrolu provádí hlavní inženýr SW před předáním k verifikaci podle R020 (Konečná mezioperační kontrola SW). Kontrola aplikačního SW představuje zejména:

- kontrolu aplikačních úloh
- kontrolu úplnosti a platnosti SW podle zadání (SRS, JPD)
- kontrolu dodržení stanovených postupů
- srozumitelnost řešení (grafického návrhu) pro následnou verifikaci

Tvorba modulů (funkčních bloků)

- 079-2002/01 – Programovací jazyk C pro OS-9 Power PC (RadiSys)
- Operační systém – Linux / MS Windows
- C002/03 - Programový balík SOFIC
- C003/03 - Programovací jazyk PL/M

Systémový SW – PERTINAX2007 (ZAT)

Systémové nástroje pro tvorbu, překlad a práci s aplikačními programy jsou uloženy v archivu podle SM49 - Archivace SW produktů. Dokumenty prokazující kvalifikaci SW jsou uloženy podle SM14 - Spisový a skartační řád.

Řídící dokumenty

- MA_01065 - Postup při zařazení nového funkčního bloku do systému Pertinax.
- SM72 - Řízení návrhu – aplikační SW
- B006 - Identifikace aplikačního SW
- B007 - Identifikace základního SW
- R011- Simulace a kontroly vstupních a výstupních signálů
- R016 - Testování funkce a integrace modulů PERTINAX
- R017 - Testování funkce a integrace aplikačního SW pro systém PERTINAX
- R018 - Měření zatížení aplikačního SW pro systém PERTINAX
- R019 - Testování přesnosti měření v systému PERTINAX
- R020 - Konečná mezioperační kontrola SW
- S008 - Zálohování SW produktů střediska projekce
- S016 - Nahrávání operačního systému do řídících desek ZAT 2000 MP
- S017 - HW ochrana SW produktů ZAT
- Dok/51PRS2/02/11 - Manuál k programovacímu jazyku PL/M
- Dok/48PRS2/11/12 - Manuál k programu SOFIC
- Dok/55PRS2/10/03 - Manuál k překladači PL/M [9]

3.2 Aplikační monitorovací SW (Operátorská stanice)

Aplikační monitorovací systém je vyráběn podle SM61 (Řízení návrhu - monitorovací systémy) a je tvořen nástroji pro:

- aplikační pro operátorské stanice a alarmní servery
- aplikační doménový SW
- aplikační archivační SW

.

Základní postupy jsou:

- Návrh grafických modulů (objektů)
- Integrace modulů (objektů)
- Verifikace modulů (objektů)
- Návrh aplikačního SW
- Konečná mezioperační kontrola

- Verifikace aplikačního SW

Návrh grafických modulů (objektů)

Grafické moduly neboli jednotlivé prvky knihovny se vytvářejí ve vývojovém prostředí monitorovacího systému InTouch. Pro tvorbu těchto knihoven se používají standardní postupy pro práci s grafickými objekty, které jsou popsány v Manuálu Wonderware InTouch. Prvky v knihovně jsou vytvořeny včetně své systémové a animační funkce. Pro tyto funkce jsou použity paměťové proměnné.

Integrace modulů (objektů)

Integrace modulů probíhá naimportováním připravených grafických modulů do aplikačního SW. Správné zaintegrování modulů do knihovny je potvrzeno bezchybným naimportováním bez chybového hlášení. Tímto jsou grafické moduly knihovny připravené k použití v aplikačním SW.

Návrh aplikačního SW- HMI

Postupy potřebné pro tvorbu aplikačního SW jsou stanoveny ve směrnici SM61 (Řízení návrhu - monitorovací systémy). Detailní přehled podkladů pro tvorbu aplikačního SW je v provozním předpisu S007 (Podklady pro MSY). Aplikační SW se vytváří pomocí vývojového prostředí monitorovacího systému InTouch. Všechny postupy a nástroje v nich použité jsou popsány v Manuálu Wonderware InTouch. Při tvorbě obrazovek jsou použity jen moduly, které byly předtím vytvořeny, integrovány a prošly verifikací. Návrh aplikačního SW probíhá v následujících základních bodech:

- Vytvoření statických obrazovek
- Vytvoření databáze signálů
- Oživení obrazovek

Návrh aplikačního SW - Pertinax

Tvorba datových zdrojů se vytváří z databázového souboru z příslušného aplikačního SW operátorské stanice. Na základě návrhu se vytvářejí virtuální - prázdné aplikace ve vývojovém prostředí monitorovacího systému InTouch. Tyto aplikace obsahují pouze vybrané proměnné a slouží k importu těchto proměnných do databáze archivační stanice.

Import databáze datových zdrojů

Import databáze datových zdrojů se provádí pomocí standardního konfiguračního nástroje Wonderware Industrial serveru – InSQL Configure. Pro import se používají standardní postupy pro práci s InTouch Node. Úspěšný import oznámí program dialogovým oknem.

Verifikace datových zdrojů

Pro verifikaci datových zdrojů se používají standardní postupy pro práci s datovými zdroji, které jsou popsány v Manuálu Wonderware Industrial SQL Server (253/08). Verifikace se provádí porovnáním zdrojové databáze a naimportované databáze signálů, které musí být shodné.

Zřízení SQL komunikace s klienty

Zřízení SQL komunikace s klienty se provádí v rámci instalace InSQL klienta. Před instalací je třeba specifikovat podle zadání síťová jména archivačních stanic - InSQL serverů.

Verifikace SQL klientů

Verifikace SQL komunikace klientů s InSQL se provádí po instalaci InSQL klienta kontrolními dotazy na systémové proměnné. Pro tvorbu těchto dotazů se používají standardní postupy pro práci s InSQL klientem, které jsou popsány v Manuálu Wonderware Industrial SQL Server (253/08).

Návrh aplikačního SW - SQL

Prvním krokem je instalace MS SQL Serveru, která se provádí v rámci instalace řadiče domény. Před instalací je třeba specifikovat podle zadání síťová jména řadičů domény MS SQL serverů. Úspěšnou instalaci oznámí program dialogovým oknem.

Integrace databáze MS SQL serveru se provádí v rámci instalace InSQL serveru. Před aplikací je třeba specifikovat podle zadání rozsah databází – MS SQL serverů.

Konečná mezioperační kontrola

Konečnou mezioperační kontrolu provádí hlavní inženýr SW před předáním k verifikaci podle SM61 (Kontrola aplikačního SW). Kontrola aplikačního SW představuje zejména:

- kontrola jednotlivých funkčních částí SW
- kontrola úplnosti a platnosti SW podle zadání
- kontrola dodržení stanovených postupů
- srozumitelnost řešení (grafického návrhu) pro následnou verifikaci

Operátorské stanice a alarmní servery

Tvorba modulů (objektů)

- Operační systém: 257/08 - Microsoft Windows
- Program: 261/08 - Wonderware InTouch

Systémový SW

- 261/08 - Wonderware InTouch
- 260/08 - Wonderware Active Factory

Řídící dokumenty

- 255/08 - Manuál Wonderware InTouch
- 251/08 - Manuál Microsoft Windows
- 254/08 - Manuál Wonderware Active Factory
- SM61 - Řízení návrhu – monitorovací systémy
- R008 - Zkoušky operátorských a procesních stanic
- R009 - Testy monitorovacího systému
- S007 - Podklady pro MSY
- S009 - Zálohování SW produktů střediska MSY
- S015 - Manuál řídícího a monitorovacího systému InTouch

3.3 Aplikační doménový a archivační SW

Systémový SW

- 258/08 - Microsoft SQL Server
- 259/08 - Wonderware Industrial SQL Server

Řídící dokumenty

- 252/08 - Manuál Microsoft SQL Server
- 253/08 - Manuál Wonderware Industrial SQL Server

3.4 Přehled omezení pro SCADA/HMI

SW výpočetního systému je proveden v souladu s ČSN ISO/IEC 12207 a splňuje požadavky dle ČSN IEC 62138 na SW, pro HW kategorie B a C dle ČSN IEC 61226.

Omezení konfigurace výpočetního systému:

- celkový počet sbíraných, počítaných a diagnostických proměnných na VS nemůže být větší, než je počet proměnných, na které jsou licencovány archivační servery (konfigurace proměnných je uložena na archivačních serverech),
- nejkratší doporučená perioda sběru, zpracování a přenosu dat je 100 ms u binárních proměnných a sekunda u analogových proměnných
- konfigurace výpočetního systému se nesmí nastavit do kombinace, při které by došlo k takovému zatížení výpočetních serverů, které by způsobilo nedodržení zadaných period sběru a zpracování proměnných nebo výpadky ve sběru, zpracování a přenosu proměnných.

Na zatížení výpočetních serverů mají vliv tyto položky:

- počet proměnných sbíraných ze stanic
- počet stanic, ze kterých se sbírají proměnné, a počet skupin proměnných ve stanicích
- perioda sběru analogových a binárních proměnných
- perioda přenosu proměnných na stanice HMI (operátorské a archivační stanice),
- počet stanic HMI, do kterých se přenáší proměnné

- počet proměnných, které se přenáší do stanic a počet těchto stanic,
- počet a perioda počítaných proměnných
- počet proměnných a perioda vyhodnocování diagnostických a počet aktivních prvků, které se takto diagnostikují

Možnosti a omezení InTouch

V systému HMI může být definováno maximálně 60 000 proměnných (včetně systémových a pomocných proměnných) a neomezený počet oken. Jedno obrazové okno může obsahovat až 500 statických a 200 dynamických (animovaných) objektů. Systém je schopen zpracovávat trvale1000 alarmů za minutu

Počet alarmních řádků, uložených na lokální stanici není systémově omezen, ale s ohledem na rychlost zpracování je nastavena velikost bufferu 1000 záznamů.

Program InTouch má nastaven interval rychlosti 100 ms pro kontrolu jeho interní časovací jednotky. Toto nastavení ovládá, jak nejrychleji se mohou provést skripty aplikace "While Running", okna "While Showing", podmínka "While On True/On False" Toto nastavení je globální pro všechny objekty aplikačního SW HMI.

Dále má nastaven interval 100 ms pro aktualizaci systémových časově založených proměnných jako jsou $Msec, $Second, $Minute atd. [10]

4 Zásady pro tvorbu uživatelských aplikací

Tvorba aplikací se vytváří v integrovaném vývojovém prostředí Pertinax2007. Toto prostředí je určeno pro tvorbu ASW, softwarovou konfiguraci HW a konfiguraci komunikací. Součástí vývojového prostředí je soubor knihoven funkčních bloků.

Návrh a tvorba ASW je řešena vždy pro určenou HW sestavu podle požadavků na ASW níže uvedeným postupem:

- převzetí zadání
- tvorba aplikačního SW
- překlad a nahrávání aplikačního SW
- konečná mezioperační kontrola a verifikace

Převzetí zadání

V tomto kroku se prověřuje kompletnost a srozumitelnost požadavků na ASW pro danou aplikaci. Zadání musí obsahovat:

1. Projekt technologické části – obsahující zejména popis technologických částí a schémat.
2. Popis požadovaných funkcí ASW – logika, výpočet sekvence, zpracování analogových signálů.
3. HW dislokace vstupů a výstupů – přiřazení HW adres jednotek k jednotlivým signálům.
4. Polohopisné sestavy van PLC – určuje HW konfiguraci PLC.

Komunikační schéma – popisuje způsob komunikace na úrovni jednotlivých PLC, monitorovacích a nadřazených signálů.

Tvorba aplikačního SW

Tvorba aplikačního SW probíhá v těchto krocích:

1. Návrh ASW
    a. Rozdělení požadavků na ASW do jednotlivých úloh v rámci PLC a definování vazeb mezi těmito úlohami.
    b. Návrh přenosových relací pro monitoring – vytváří se databáze přenosových relací.
2. Programování ASW
    a. Volba a konfigurace jednotlivých driverů pro danou stanici podle HW konfigurace zařízení prováděná v prostředí Pertinax2007. Výstupem jsou jednotlivé konfigurační soubory.
    b. Vlastní tvorba ASW s využitím stávajících funkčních bloků musí splnit všechny požadavky uvedené v zadání

3. Překlad a nahrávání aplikačního SW
    a. Překlad vytvořené uživatelské úlohy do binárního souboru a nahrávání do procesní stanice se provádí z integrovaného prostředí Pertinax2007.

Konečná mezioperační kontrola a verifikace

Kontrolu ASW představuje zejména ověření jednotlivých částí (úloh), splnění zadání, ověření stanovených postupů a srozumitelnost řešení pro následnou

verifikaci.

Cílem verifikace je prokázat, že vyrobené zařízení splňuje požadavky na ASW. Při testování funkce se prověří funkčnost všech konfiguračních položek podle specifikace. V průběhu zkoušek se prokáže soulad funkcí zařízení s reálnými technologickými prostředky, se specifikací požadavků na zařízení.

Zásady pro tvorbu poruchových a stavových hlášení

Pro řídicí systémy je implementována pokročilá on-line diagnostika. Ta zajišťuje, že všechny závažné poruchy budou včas detekované.

On-line diagnostika minimálně zajišťuje:

- diagnostiku HW a konfigurace vloženého SW při uvádění do provozu a v provozu, případně při restartech systému
- diagnostiku komunikačních prostředků (registrujících přerušení spojení atd.).

Na problémy zjištěné on-line diagnostikou budou digitální systémy automaticky reagovat tak, aby pokud možno nebyl podstatněji narušen provoz zařízení. Např. musí být zabráněno vydání nesprávných povelů a nesprávných informací.

Uživatelská úloha (aplikační SW)

Uživatelská úloha provádí požadované operace nad řízenou technologií jako je sběr dat, výpočty, sekvenční řízení, příjem povelů od vzdáleného uživatele, atd. Tato úloha je vytvořena v grafické formě přímo uživatelem v režimu Editor v integrovaném prostředí Pertinax2007. Uživatelská úloha je tvořena vstupními a výstupními signály, které jsou propojeny algoritmem, jenž je tvořen funkčními bloky, vzájemně pospojovanými. Signály mohou být binární nebo analogové, přičemž analogové se ještě dělí na několik typů (Tab. 4.1). Vstup a výstup na spoji musí být vždy stejného typu. Vstup a výstup na spoji musí být vždy stejného typu. Nelze spojovat binární signály s analogovými nebo analogové signály různých typů navzájem. Při kreslení je třeba mít vědomosti o rozsahu, platnosti, převodu signálu a jeho časovými parametry.

Projektant má při tvorbě aplikačního SW k dispozici knihovny funkčních bloků. Knihovna funkčních bloků obsahuje více než 100 typů bloků, které pokrývají široké spektrum funkcí jako:

- logické kombinační funkce
- logické časové funkce
- logické sekvenční funkce
- numerické funkce
- speciální funkce

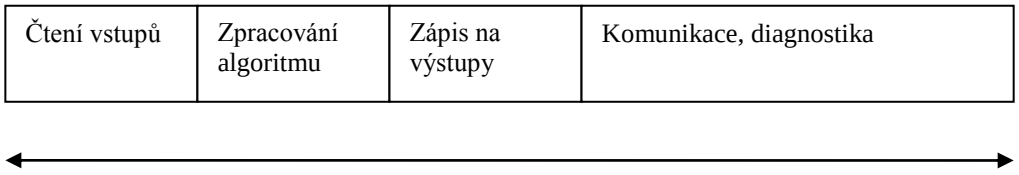
Po vytvoření cílového stavu úlohy je třeba provést její překlad (zpracování grafické podoby algoritmu do textového souboru a jeho následná kompilace do binárního souboru) v integrovaném prostředí Pertinax2007 v režimu Editor do binárního souboru **.BUP.* Pokud je při překladu zjištěna chyba, objeví se okno s výpisem chyb. Chyby je nutno opravit a spustit překlad znovu.

Pro rozběh systému je nutné v prostředí nadefinovat všechny potřebné ovladače a vytvořit textový startovací soubor *.SUP, které se vytváří a nahrávají pro každou řídící desku zvlášť.

Integrované prostředí nabízí vytvořit startovací soubor automaticky, který je možné následně ručně editovat.

Standardní programový cyklus

Každý cyklus začíná čtením vstupů do algoritmu, potom následuje zpracování algoritmu (zavolá se hlavní výpočetní funkce funkčního bloku) a na závěr se zapíší výstupy algoritmu.



Obr. 4.1 Programový cyklus

Délka programového cyklu se zadává v integrovaném prostředí v milisekundách. Všechny časové parametry funkčních bloků musí být celočíselným násobkem zadaného programového cyklu. To se hlídá při překladu úlohy. Nejkratší časový parametr je roven programovému cyklu.

Rozhraní stanice - ovladače systému

Všechny vstupní a výstupní signály algoritmu (přímé I/O z procesu, komunikace, terminály a speciální zařízení) jsou definovány přes ovladače daných zařízení. Konkrétní vlastnosti se nastavují v konfigurátorech jednotlivých ovladačů. Tyto vstupy a výstupy jsou v uživatelském SW reprezentovány jako objekty typu port, které se propojují s funkčními bloky čímž se vytváří žádaný algoritmus.

Výsledný uživatelský software je pomocí překladače (kompilátoru) převeden z grafiky na binární soubor *.BUP. [3]

4.1 Práce s analogovými a binárními signály

Rozsah signálu

Binární signál nabývá pouze hodnot L a H (0,1). Po spuštění úlohy jsou binární výstupy funkčních bloků nastaveny na úrovni L (0). Výjimkou je B1 (negace), který má výstup na úrovni H (1).

Analogový signál může nabývat libovolné číselné hodnoty v rámci svého typu dle následující tabulky

Tab. 4.1 Rozsahy analogových signálů [1]

Typ	Rozsah	Popis
U	0 .. 255	8 bitů bez znaménka
I	-32768 .. +32767	16 bitů se znaménkem
W	0 .. 65535	16 bitů bez znaménka
R	3.4E-38 ..3.4E+38	reálné číslo dle IEEE 754 (32 bitů)

Analogové proměnné ze vstupních karet - A/D převodníků DV457 (proudové) jsou v aplikačním SW čteny ve formátu I (integer-16bitů) a před dalším zpracováním (převod na fyzikální rozsah, kontrola mezí, strmostí atd.) jsou převedeny vstupní blokem ZAS na typ R (real-32bitů). V tomto formátu R jsou tato data komunikována do systému DIAG event. jiných PLC.

Analogové proměnné ze vstupních karet - A/D převodníků DV465 (odporové, napěťové) jsou v aplikačním SW čteny ve formátu R (Real-32bitů) a dále jsou kontrolovány na fyzikální rozsah, kontrola mezí, strmostí atd. V tomto formátu R jsou tato data komunikována do systému DIAG event. jiných PLC.

Platnost signálu

Signály v systému Pertinax2007 jsou doplněny informací o jejich kvalitě. Pro tuto informaci je vyhrazen 1 byte nazývaný Platnost. S binárním a analogovým signálem je spojena Platnost, což je příznak informující o dosavadním správném zpracování signálu. Platnost je přenášena s binárním i analogovým signálem od vstupu k výstupu pouze v případě, pokud nejsou do cesty signálu od vstupu na výstup vloženy žádné funkční bloky. Pokud je vstupní signál funkčními bloky zpracováván a je zapotřebí použít jeho informace o kvalitě pro komunikaci do dalších systémů nebo k jinému použití, je nutné použít po vstupu signálu do algoritmu funkční blok pro oddělení informace o kvalitě. Tuto informaci je možné v algoritmu dále využívat nebo ji na konci algoritmu sloučit použitím speciálního funkčního bloku s výsledným výstupním signálem. Informace o kvalitě signálu po vstupu do algoritmu je na prvním funkčním bloku oddělena a dále se algoritmem nešíří. Použité funkční bloky uvnitř algoritmu tedy pracují vždy s platným signálem.

Převod signálu na typ R

Pro vstup a výstup analogových signálů je ve většině případů obvykle třeba použít vstupní a výstupní funkční bloky, které provádějí převod různých typů vstupních analogových signálů na typ R, který je definován pro vstup většiny numerických funkčních bloků. Výstupní brány převádí typ R na různé typy analogových výstupních signálů. V tomto aplikačním SW jsou pro převod HW signálů použity funkční bloky (ZAS), které mají tyto vstupní a výstupní brány v sobě již integrovány včetně jejich dále uvedených vlastností.

Vstupní a výstupní brány dále umožňují přepočítat převáděnou hodnotu (X) vztahem K*X + Q, kde K a Q jsou parametry příslušných bloků.

Časové parametry

Pro použité časové parametry funkčních bloků nebo ovladačů je třeba zadávat pouze celočíselné násobky periody operačního cyklu (v konfigurátoru). Pokud je zadána jiná hodnota, probíhá časování podle nejbližšího násobku periody. Nejnižší možná hodnota časového parametru je aktuální velikost periody (zde perioda operačního cyklu nastavena na 50ms).

Zpracování I/O signálů

Pro zpracování vstupních/výstupní analogových signálů slouží jednotky systému ZAT-DV, DV4xx. Analogový signál každého vstupu jednotky je po průchodu vstupním filtrem digitalizován samostatným šestnáctibitovým sigma/delta převodníkem. Po digitalizaci jsou signály přivedeny přes galvanické oddělení pomocí optronů na interní sběrnici a dále zpracovány mikrokontrolérem. Mikrokontrolér řídí zpracování analogových signálů, jejich číslicovou filtraci a ukládání naměřených hodnot spolu s časovým údajem do paměti analogového archívu. Komunikace s řídicí deskou probíhá po sběrnici VME.

Pro zpracování vstupních/výstupních logických signálů slouží jednotky systému ZAT-DV, DV65x a DV851.

Zápis I/O

Obecný zápis: Směr.DV.Typ.Deska.Subindex

Tab. 4.2 Rozsahy analogových signálů

Směr	vstup výstup	**I** **O**
Jméno	pro desky ZAT-DV	**DV**
Typ	binární hodnota 16 bitů se znaménkem (-32768 .. +32767) reálné číslo dle IEEE 754 (32 bitů, 1.2E-38 .. 3.4E+38)	**B** **I** **R**
Deska	adresa desky ve vaně	**0 .. 21**
Subindex	pro data I/O desek - číslo kanálu pro DVCSM: vždy	**1 …32** **1**

Používané jsou následující desky:

DV457A,B - analogová, 16 vstupů (0-20/5 mA) + 2 výstupy (0-24 mA)
DV467 - analogová, 8 vstupů (± 20/± 5 mA) + 4 výstupy (0-24 mA)
DV465A - analogová, 16 vstupů pro přímé měření odporových čidel a termočlánků
DV652 - binární, 32 vstupů
DV851 - binární, 32 výstupů
DVCSM2 - centrální servisní modul

Zpracování validity signálů

Vyhodnocování nevalidity signálů

Nevalidita znamená, že u daného signálu došlo k poruše měřicího okruhu (porucha snímače, trasy, A/D převodníku, kanálu desky, vybočení z mezí) a měřená hodnota neodpovídá technologickému parametru.

Digitalizovaná hodnota analogového signálu, který má rozsah 4-20 mA je také označena jako „nevalidní“ při vybočení signálu z mezí 3,76 a 20,72 mA a poruše vstupní desky.

U všech snímačů, které měří L, P, PD, F na principu změny tlaku a diferenčního tlaku, je hodnota analogového signálu označena jako „nevalidní“ při vybočení signálu z mezí 2,88 a 21,2mA.

Pro polohy pohonů a regulačních pohonů na úrovni mA vstupů do systému je hodnota analogového signálu označena jako „nevalidní“ při vybočení signálu z mezí 2,4 a 21,28mA pro rozsah 4-20mA, resp. -0,5 – 5,4mA pro rozsah 0-5mA.

U binárních signálů není z technologického hlediska vyhodnocována. Nevalidita signálu zahrnuje pouze poruchu vstupní desky.

Zpracování informací o validitě dat

Nedílnou součástí každé měřené proměnné jsou následující příznaky validity:

- příznak HW poruchy
- příznak překročení režimových mezí (Min, Max)
- příznak ručního vyřazení signálu ze zpracování
- příznak simulace hodnoty

Z PLC se přenáší protokolem Pernet hodnota analogové proměnné ve formátu float (4 byte) a stavové slovo (1 byte) vypovídající o kvalitě signálu. Pro binární proměnné platí, že v jednom byte jsou vždy hodnota plus tři stavové binární informace pro dvě proměnné.

Simulace hodnot vstupních signálů

Pro různé potřeby je umožněna simulace hodnot vstupních a výstupních signálů pomocí prostředí Pertinax2007 a tato simulace je indikována a archivována. V inženýrských nástrojích jsou zajištěna potřebná přístupová práva pro možnost simulace (HW klíč).

V případě znovu najíždění obou procesorů procesní stanice (např. z důvodu výpadku napájení) jsou předchozí nastavené simulované hodnoty signálů zrušeny.

V případě výměny jednoho ze dvou procesorů v procesní stanici zůstávají předchozí nastavené simulované hodnoty signálů stále aktivní. [4]

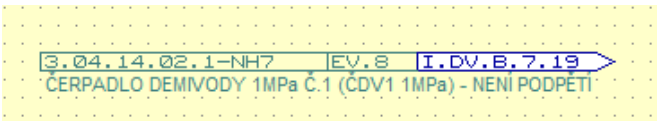
4.2 Tvorbu identifikátorů

Porty představují rozhraní algoritmu (vstupy a výstupy). Tyto signály jsou definovány přes ovladače daných zařízení. Konkrétní vlastnosti se nastavují v konfigurátorech jednotlivých ovladačů.

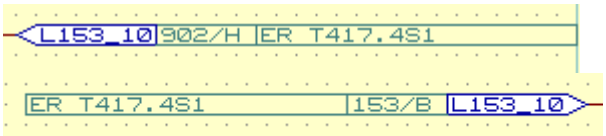
Identifikátory v systému Pertinax2007 jsou reprezentovány objekty typu Port a objekty typu Odkaz. **Port** slouží pro vstup/výstup signálu do/z algoritmu nebo pro propojení interních signálů mezi výkresy, **odkaz** slouží k alternativnímu propojování vstupů, výstupů a funkčních bloků.

Identifikátory vstupních a výstupních proměnných jsou striktně stanoveny syntaxí adresy ve vývojovém prostředí Pertinax2007. Tato adresa obsahuje následující znakové a číselné údaje, oddělené tečkami:

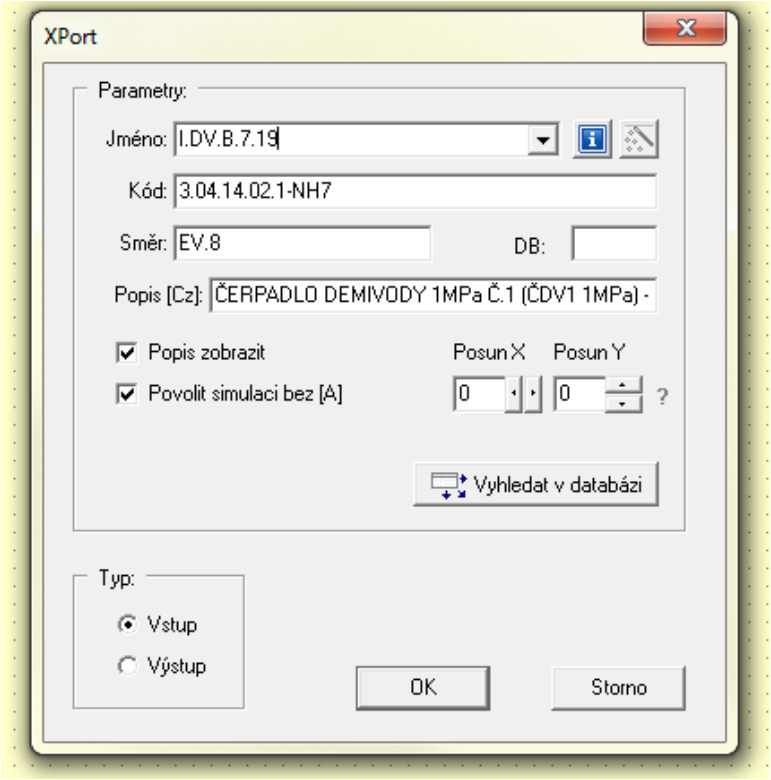
- směrový symbol pro vstup nebo výstup
- typ ovladače
- typ proměnné
- HW adresa desky
- číslo kanálu na desce
- číslo komunikační struktury
- pozice v komunikační struktuře



Obr. 4.2 Identifikátor typu Port



Obr. 4.3 Identifikátor typu Odkaz



Obr. 4.4 Parametrická nabídka u identifikátorů

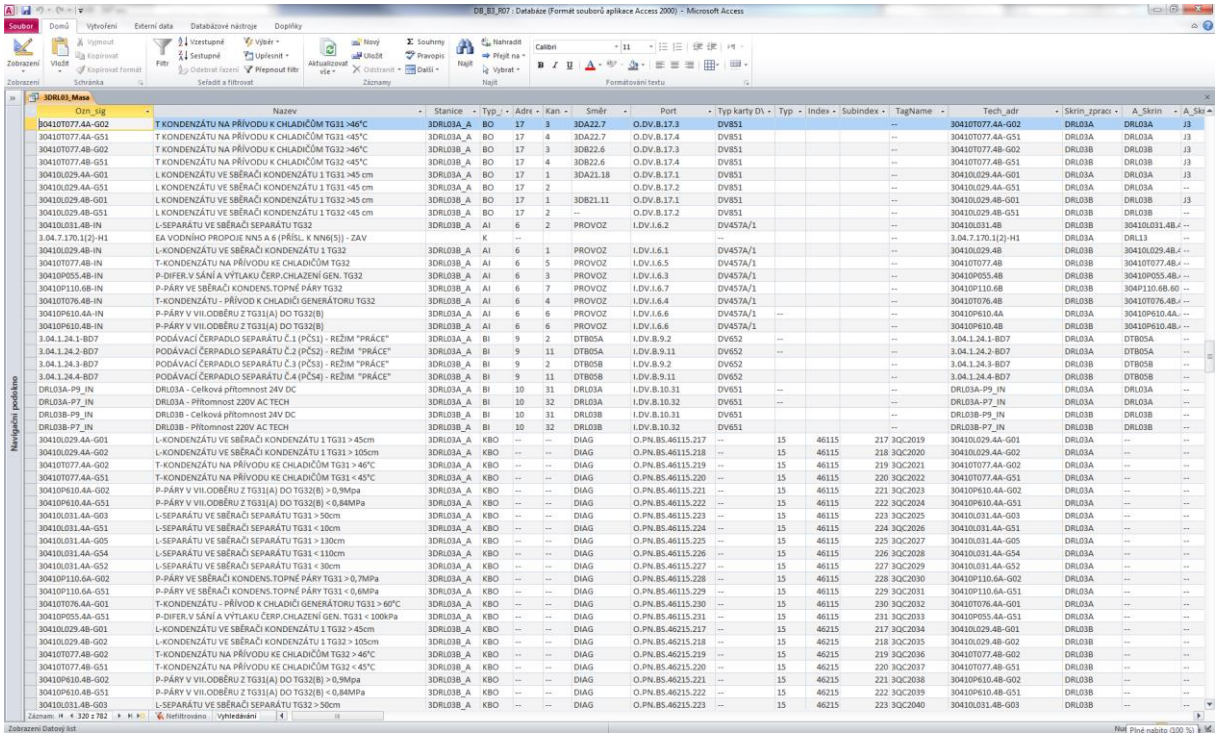
Jako identifikátory interních adres (odkazů) v jedné úloze procesoru je možné používat libovolné řetězce písmen a číslic.

4.3 Hardwarové a softwarové rozhraní

Hardwarové rozhraní je specifikace jednotlivých druhů vstupů, výstupů a typů signálů včetně jejich rozsahů elektrických a fyzikálních a přesné specifikace jejich připojení do systému. (skříň, svorkovnice, stanice, karta atd.)

Softwarové rozhraní, tj. specifikace datových struktur a datových typů na základě specifikace jednotlivých druhů (I/O) a typů signálů včetně jejich rozsahů elektrických a fyzikálních a přesné specifikace jejich připojení do systému.

Tyto rozhraní se uvádějí do databázového souboru typu MS Access.



Obr. 4.5 Ukázka části databáze s potřebnými sloupci pro tvorbu ASW

Celková databáze obsahuje jak údaje pro HW, tak i pro SW. Mezi hlavní údaje pro tvorbu ASW je následující struktura databáze:

Kód signálu – jednoznačně identifikující daný signál o maximální délce 32 znaků, který nesmí obsahovat mezery.

Název – slovní popis signálu o max. délce 50 znaků, ale doporučuje se co nejkratší a zejména významové části umístit na začátek.

Stavy – 0/1 popisující stav signálu. Nejčastěji tedy ZAP/OTV

Zdroj signálu – jméno automatu, ze kterého signál přichází

Typ, Index a Subindex – specifikace signálu v přenosové relaci. Liší se dle typu použité komunikace

Pro analogové signály následuje

Měřící rozsah – dolní a horní mez rozsahu ve fyzikálních jednotkách.

Jednotky – fyzikální jednotky, ve kterých se měří daná hodnota

Meze - Pro analogové signály, u kterých se vyhodnocují meze, musí být provedeno nastavení hystereze (její deaktivace) při vyhodnocování mezí 1% z rozsahu. Pro bezpečné vyhodnocení aktivace meze musí být výstupní signál z algoritmu zpožděn o 1 sekundu z důvodu možnosti vyhodnocení případné poruchy čidla v tomto

časovém úseku a zablokování čekajícího výstupního signálu.

Přepočet – Minimální a maximální hodnota přepočítaného signálu, tedy hodnota, která přichází z automatu. Hodnoty jsou uvedeny v Tab. 1: Rozsahy analogových signálů

4.4 Zásady pro tvorbu HMI

Popis platformy

Jako základní prostředek pro HMI je použit systém Wonderware InTouch. Představuje univerzální prostředek pro HMI systémy pro použití v různých oborech. Díky své otevřenosti umožňuje doplnění o moduly třetích stran nebo z vlastního vývoje pro doplnění funkčnosti potřebné v některých speciálních oborech.

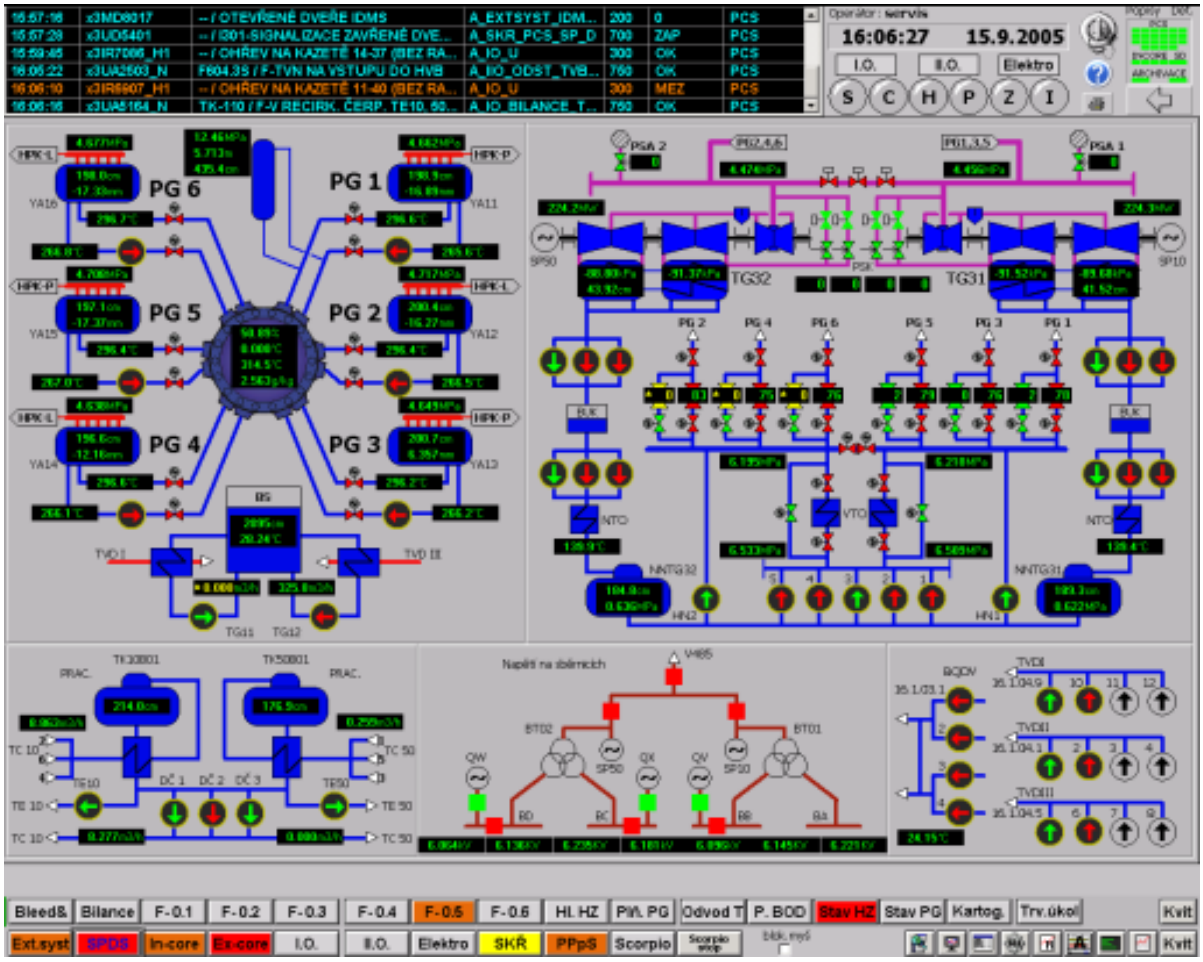
Základní myšlenkou je, že na všech stanicích je spuštěna jedna stejná aplikace, která je však pro různá pracoviště programově modifikována, aby vyhovovala svými vlastnostmi. Každý uživatel má pro svou práci k dispozici ideální konfiguraci systému HMI. Jednotlivé operátorské pracoviště se liší zejména v prezentování a kvitaci alarmů. Tato koncepce velmi zjednodušuje návrh, údržbu i dokumentaci celého systému HMI.

Základní schéma složení obrazovky pro operátorskou stanici:

- Trvale přítomná horní lišta s údaji, které musí být za všech okolností viditelné,
- Trvale přítomná dolní lišta s tlačítky pro volbu obrazovek
- Prostor mezi horní a dolní lištou pro zobrazení hlavních informačních obrazovek.

Jak horní lišta, dolní lišta, tak i hlavní informační obrazovky jsou okna typu REPLACE, tzn. vzájemně se nepřekrývající a v dané oblasti displeje je otevřeno vždy právě jedno. Druhým využívaným typem oken jsou POPUP sloužící zejména k ovládání nebo zobrazování upřesňujících informací o elementech na příslušné obrazovce.

V aplikaci mají REPLACE okna šířku, rovnající se šířce použité plochy Windows, tedy např. pro rozlišení 1280 x 1024 bodů jsou všechna REPLACE okna široká 1280 bodů a souřadnice jejich levého horního rohu na ose X má hodnotu 0. Okna jsou vysoká 801 bodů, zbylé místo do plného zobrazení je využito pro horní a dolní lišty.



Obr. 4.6 Ukázka obrazovky pro operátorskou stanici

Ovládání HMI

Systém InTouch pracuje pod operačním systémem rodiny Windows a proto přebírá jeho grafické uživatelské rozhraní včetně způsobu ovládání. Základním ovládacím prvkem na monitoru je tudíž kurzor, jehož poloha se ovládá polohovacím zařízením. Po najetí kurzoru nad nějaký aktivní prvek lze stiskem levého tlačítka na myši provést určité požadované akce.

Aplikace, běží „nad“ standardní plochou systému Windows, takže uživatelé se na běžnou plochu, resp. standardní okna a nabídky systému Windows vůbec nedostanou. Celou plochu monitoru pokrývají okna aplikace InTouch.

Všechna okna se skládají z tzv. objektů. Každý objekt je členem některé základní skupiny objektů (čára, mnohoúhelník, elipsa, tlačítko….) a může mít trvalé nebo dynamicky měněné atributy (barva vnitřku, barva čáry, barva pozadí textu…). Navíc kterýkoliv objekt může být tzv. aktivní, což v terminologii systému InTouch znamená, že po najetí kurzoru nad něj se stiskem levého tlačítka polohovacího

zařízení provede nějaká akce. Touto akcí může být navolení jiné hlavní technologické obrazovky, otevření POPUP okna s detailními informacemi k danému objektu ale i případné vyřazení, nebo simulaci nějakého signálu.

To že je objekt aktivní pozná operátor podle toho, že po najetí kurzorem nad něj se tento objekt orámuje. Tím upozorňuje operátora, že daný objekt má kromě zobrazování ještě další funkce, na které se může dostat stiskem tlačítka polohovacího zařízení.

Na rozdíl od řady jiných systémů může být jako aktivní prvek použit téměř kterýkoliv ze základních skupin objektů, standardně dostupných v systému InTouch. Nejedná se tedy jen o běžné tlačítko nebo nabídku (menu), ale např. každý obdélník, kružnice nebo čára může být aktivním prvkem a sloužit např. pro navigaci mezi obrazovkami.

Symbolika Zapnuto / Vypnuto

Z důvodu bezpečnosti jsou barvy symbolů přizpůsobeny zvyklostem zákazníka (červená / zelená) : vypnuto zelená, zapnuto červená. Bez zpětné hlášky je symbol šedivý, s oběma hláškami je symbol fialový. Symbol se zbarví žlutě, pokud systém dostává informaci o nevěrohodnosti, vyřazení, nebo simulaci.

Zapnuto

Vypnuto

Nevěrohodnost

Obr. 4.6 Signalizační stavy

Obrazovky AČ

Pro přímé zobrazení v obrazovce je vybráno pět základních signálů, Jestliže akční člen některý nemá, jeho místo zůstane prázdné.

Zobrazované proměnné jsou:

H1 - vypnuto, zavřeno

H2 - zapnuto, otevřeno

PL - ready

D - deblok

O1 - porucha

Identifikátory (H1, H2 atd.) vycházejí z technologické adresy.

Poruchová a chybová hlášení

Poruchová hlášení, zkráceně nazývaná alarmy, jsou rozdělována podle priorit a podle alarmních skupin. Každému signálu je přiřazena priorita a alarmní skupina.

Priority jsou v rozsahu 1-999, přičemž priorita 1 je nejvyšší priorita a 999 nejnižší. Priority 900 – 999 jsou rezervovány pro událostní hlášení a tudíž signály s touto prioritou nejsou zahrnuty do alarmního zpracování, ale zpracovávají se jako události. Kapacita alarmního bufferu je nastavena na 1 000 záznamů.

Zásady pro konfiguraci

Konfigurace výpočetních systémů DIAG dvojího typu.

Konfigurace proměnných HMI

Základem konfigurace jsou standardní tabulky databáze Runtime, která je součástí instalace InSQL Serveru.Seznam všech proměnných je uložen v tabulce Tag. Seznam všech analogových proměnných v tabulce AnalogTag, atd.

V tabulce Limit jsou uloženy proměnné DIAG, které mají režimové meze, včetně nastavení těchto mezí.

Konfigurace modulů výpočetního server

Každý modul má svůj konfigurační soubor <jméno modulu>. INI. Soubor má standardní formát INI souborů Windows. Konfigurace modulů je uložena lokálně ve VS. V konfiguračním souboru jsou uloženy všechny parametry, kterými lze ovlivnit činnost modulu a komunikaci modulu s ostatními moduly. Parametry lze tedy snadno modifikovat, což usnadňuje vyladění jednotlivých komunikací.

Analogové měření

Analogové měření pro použití v technologických obrazovkách:

Použitý font měření – Tahoma, normální, 28

Použitý font jednotek – Tahoma, tučné, 14

- zobrazení analogového signálu v normálním stavu

- zobrazení nevěrohodného analogového signálu

Obr. 4.7 Zobrazení analogového signálu

Také je možno přepnout analogová měření do speciálního zobrazovacího režimu, při kterém se zobrazuje kód. Toto platí pro všechny typy analogového měření.

Obr. 4.8 Režim se zobrazením TagName

Pro všechny typy zobrazení analogového signálu jsou společné následující vlastnosti:

- hodnotě je automaticky formátován počet desetinných míst. Hodnota do 10 má tři desetinná místa, do 100 má dvě, do 1000 má jedno a nad 1000 je bez desetinných míst. To samé platí i pro záporné hodnoty.

- Polohy regulačních orgánů a ostatních měření se na Archivační stanici archivují včetně záporných hodnot a informací o validitě signálů.

- Na HMI (InTouch) se zobrazuje hodnota v rámci rozsahu, je-li hodnota mimo rozsah, zobrazí se min nebo max rozsahu.

Identifikace proměnných

Identifikace na úrovni HMI je identifikace proměnných prezentovaná uživatelům. V tabulkách InSQL serveru je tato identifikace obsahem klíčové položky TagName.

Tab. 4.3 Seznam typů proměnných

Označení	Typ
A	Analogová měřená korigovaná
S	Analogová měřená nekorigovaná
D	Binární měřená
C	Binární měření
P	Binární měření-stavy pohonů
I	Iniciativní
R	Analogová počítaná
B	Binární počítaná
Y	Čtyřstavová počítaná
Z	Čtyřstavová
U	Binární diagnostika ŘS a HMI

Tvorba zdrojových textů

Všechny zdrojové texty jsou v dostatečné míře opatřeny poznámkami. Každý soubor zdrojového textu obsahuje minimálně následující údaje:

- Popis v hlavičce souboru.
- Popis každé procedury/funkce.
- Charakteristiku funkce a popis parametrů.
- Popis každého objektu/třídy.

Ukládání, zálohování a archivace dat

Na archivačním serveru jsou data ukládána dvojím způsobem a tomu odpovídají i dva postupy pro zálohování:

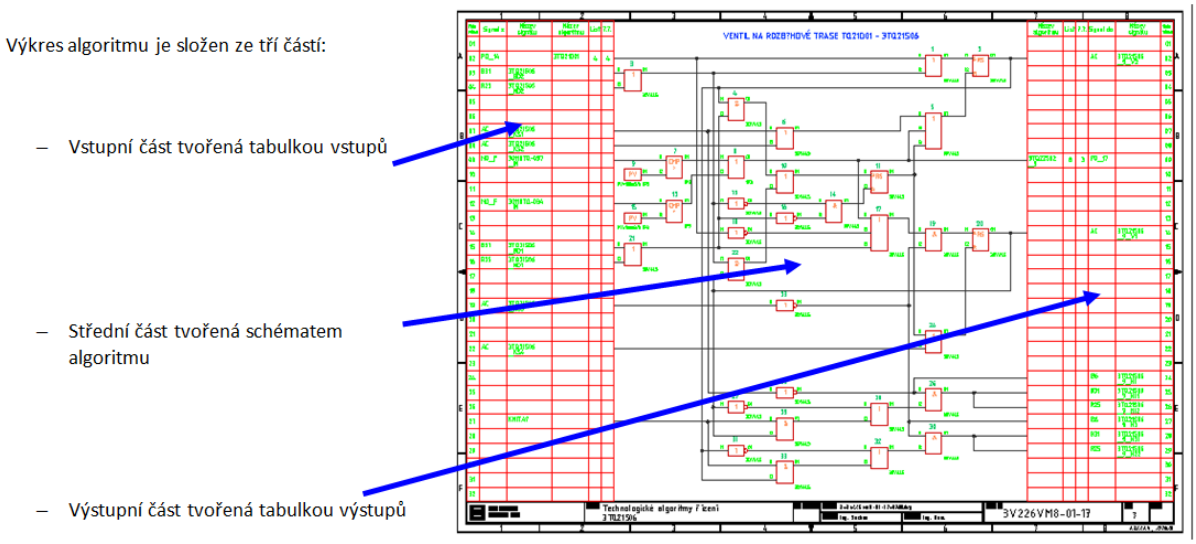
- Data z databází MS SQL se zálohují pomocí standardní funkce backup do souboru na diskovém poli.
- Archivace dat z datových bloků je navržena formou zálohování adresářů s datovými bloky. [11]

5 Vlastní tvorba aplikačního SW

Vlastní tvorba aplikačního SW vychází z předchozí kapitoly – Zásady pro tvorbu uživatelských aplikací. V této kapitole je uvedena vlastní tvorba ASW

5.1 Algoritmy

Aplikační úlohy uživatelského SW jsou tvořeny buď podle slovního popisu zadání, nebo podle předaných a ověřených implementačních algoritmů.



Obr. 5.1 Popis výkres implementačního algoritmu

Popis algoritmu:

<u>Vstupní část</u>

Vložen odkaz na signál z technologie (panel, skříň, snímač, AČ) nebo z jiného algoritmu

- Číslo řádku
- označení řádku v rámci jednoho listu
- Pro signál z technologie se vloží
- Signál z - zdroj signálu
- Název signálu - název vstupního signálu
- Pro signál z algoritmu se vloží
- Název algoritmu - odkaz na název algoritmu
- List - odkaz na list v algoritmu

- Č. řádku - odkaz na řádek v listu algoritmu

Střední část

Obsahuje funkční bloky (FB), binární a analogové signály a textové části pro algoritmy. Vstupy FB jsou na levé straně (Ix) a výstupy na straně pravé (Ox)

- Typy vstupů – BIT, REAL, …
- FB doplněny atributy
- Číselné OZNAČENÍ bloku nad značkou bloku v algoritmu (např.: 2)
- PARAMETR bloku je umístěn pod značkou bloku (např.: T=1s)
- Uprostřed horní části je vloženo textové pole obsahující název algoritmu

Výstupní část

Vložen odkaz na signál do technologie (panel, skříň, snímač, AČ) nebo do jiného algoritmu

- Číslo řádku
- označení řádku v rámci jednoho listu

Pro signál do algoritmu se vloží

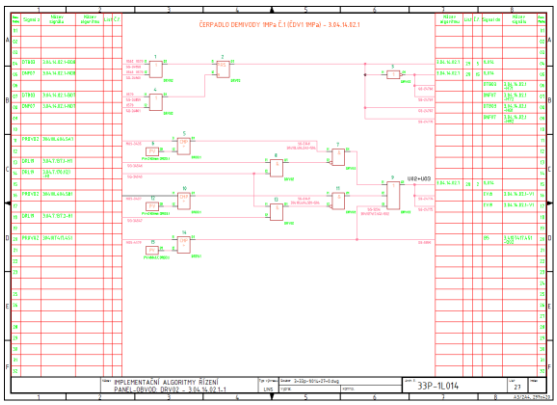
- Název algoritmu - odkaz na název algoritmu
- List - odkaz na list v algoritmu
- Č. řádku - odkaz na řádek v listu algoritmu

Pro signál do technologie se vloží

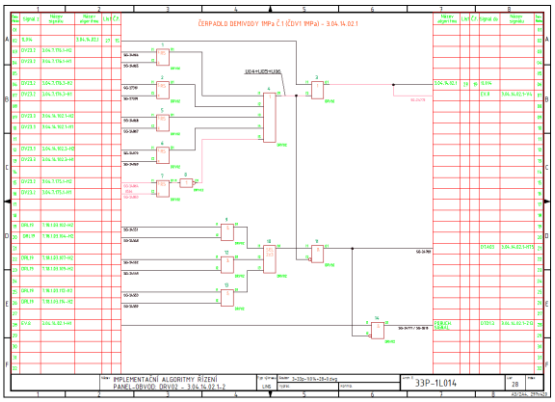
- Signál do - určení použití signálu
- Název signálu - název výstupního signálu

5.2 Uživatelský software ŘS

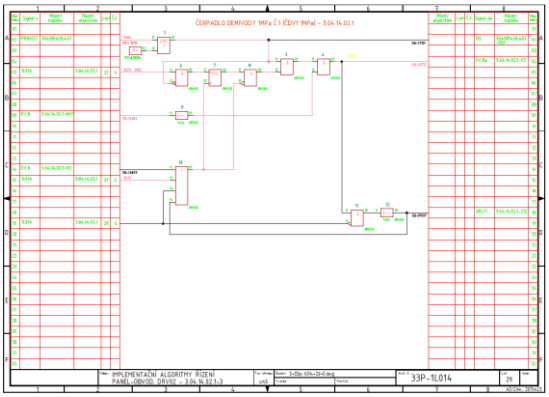
Podkladem pro tvorbu aplikačního software jsou implementační algoritmy vyhotovené v AutoCADu, v našem případě 33P-1L014 list. 27, 28, 29, (příloha 1) kde je zpracováno ovládání armatury 3.04.14.02.1 - ČERPADLO DEMIVODY 1MPa Č.1 (ČDV1 1MPa), ty vznikají na základě popisu funkcí v rozsahu technologických algoritmů řízení.



Obr. 5.2 33P-1L014 list. 27 [8]



Obr. 5.3 33P-1L014 list. 28 [8]



Obr. 5.4 33P-1L014 list. 29 [8]

Popis funkcí v rozsahu technologických algoritmů řízení vypadá následovně:

3.04.14.02.1 – HAVARIJNÍ DOPLŇOVACÍ ČERPADLO DEMIVODY Č. 1

Normálně vypnuto, při provozu bloku ve stavu pohotovosti pro úplnou ztrátu napájení vlastní spotřeby, dochlazování bloku a teplý proplach NT reg. Zapojení 1+1

Ovládání: 1) ruční dálkové z BD a ND klíčem

2) automatické při činnosti ELS a při AZR a od technolog. podmínek

3) ruční z MS

Zapnutí: ruční dálkové, nepůsobí-li blokáda zapnutí a je-li navoleno dálkové ovládání z MS automatické

U07 -Start ELS 1 v 4. stupni, (start ELS 1 probíhá, je-li aktivace paměti LOP a zapnutí DG alespoň v jednom kompletu a přítomnost napětí na sekci alespoň jednoho kompletu)UZ20J05U51

U01 *- při funkci AZR je-li aktivován AZR tlak ve společném výtlaku klesl na hodnotu < 0,5 MPa, nepůsobí-li blokáda zapnutí a je-li navoleno dálkové ovládání z MS P430.4S1*

(AZR je aktivován je-li čerpadlo navoleno jako rezervní a tlak ve společném výtlaku dosáhl hodnoty > 0,5 MPa, AZR je deaktivován při volbě čerpadla pracovní nebo při jeho zapnutí nebo při působení některé z blokád U02-06 nebo při signálu záskok neproveden) P430.4S1

Ruční z MS, je-li navoleno místní ovládání z MS bez omezení

Ruční dálkové a automatické zapnutí při funkci AZR je blokováno:

U02 *- při hladině v navolené napájecí nádrži > 2100 mm (č.5) L404.5A1, L404.5B1*

U03 *-při teplotě na výtlaku doplňovacího čerpadla > 80 °C T417.40S1*

U04 *-Otevřenou arm. 3.04.7.176.1 nebo arm. 3.04.7.176.3 na výtlaku čerp. demivody 1MPa H456.S11, H456.S12*

U05 *-Otevřenou arm. 3.04.14.102.1 nebo arm. 3.04.14.102.3 minimálu čerp. demivody 1MPa č.1 H461.S21, H461.S22*

U06 *-Zavřenou arm. na sání 3.04.7.175.1 H457.S1*

U08.2 *- při činnosti ELS 1 (tj. blokování ovládání AČ do konce programu nebo při ELS-D) UZ20J04U51*

automatické zapnutí při funkci AZR je rovněž blokováno při funkci podpěťové ochrany KF7

<u>Vypnutí:</u> *ruční dálkové, nepůsobí-li blokáda vypnutí automatické*

- při funkci podpěťové ochrany nepůsobí-li signál z ELS1 KF7

-od technologických podmínek

U02 *při hladině v navolené napájecí nádrži > 2100 mm (č.5) L404.5A1, L404.5B1*

U03 *-při teplotě na výtlaku doplňovacího čerpadla > 80 °C, je-li navoleno dálkové ovládání z MS a nepůsobí-li signál z ELS1*

Ruční z MS, je-li navoleno místní ovládání z MS bez omezení

U08.1 *Ruční dálkové a automatické vypnutí je blokováno:*

- při činnosti ELS 1 (tj. blokování ovládání AČ do konce programu nebo při ELS-D) UZ20J04U51

Poznámka:
Navolená NN je určena stavem armatur na saní ENČ a propoji NN.
Navolena NN1= otevřena 3.04.7.137.1 a 3.04.7.170.1 nebo 3.04.7.170.2.
Navolena NN1= otevřena 3.04.7.137.2 a 3.04.7.170.1 nebo 3.04.7.170.2.

Signalizace: *signalizace stavu na BD, ND a PCS*
signalizace ovládání z místa na BD
signalizace připravenost/nepřipravenost na BD
signalizace záskok neproveden na BD
zvuková signalizace změny řazení na BD a ND

Poznámka
Signalizace záskok neproveden je aktivní pokud do 5s po vzniku signálu na zapnutí čerpadla v režimu rezerva nedošlo k sepnutí stykače a nepůsobily podmínky blokující start rezervy.
Signalizace připravenost je aktivní pokud nepůsobí blokády U04-06 a jsou otevřeny 2 ze 3 dvojic armatur:
7.18.1.03.104 a 7.18.1.03.102
7.18.1.03.109 a 7.18.1.03.107
7.18.1.03.114 a 7.18.1.03.112 [7]

5.3 Metoda programování v Pertinax2007

Z pohledu požadavků legislativy, požadavků dozorných orgánů, žádná omezení nejsou i vzhledem k tomu, že vývojové prostředí Pertinax2007 je konfigurováno a používáno výhradně pro programování HW sytému ZAT-DV.

Pro naši stanici jsou použity následující ovladače:

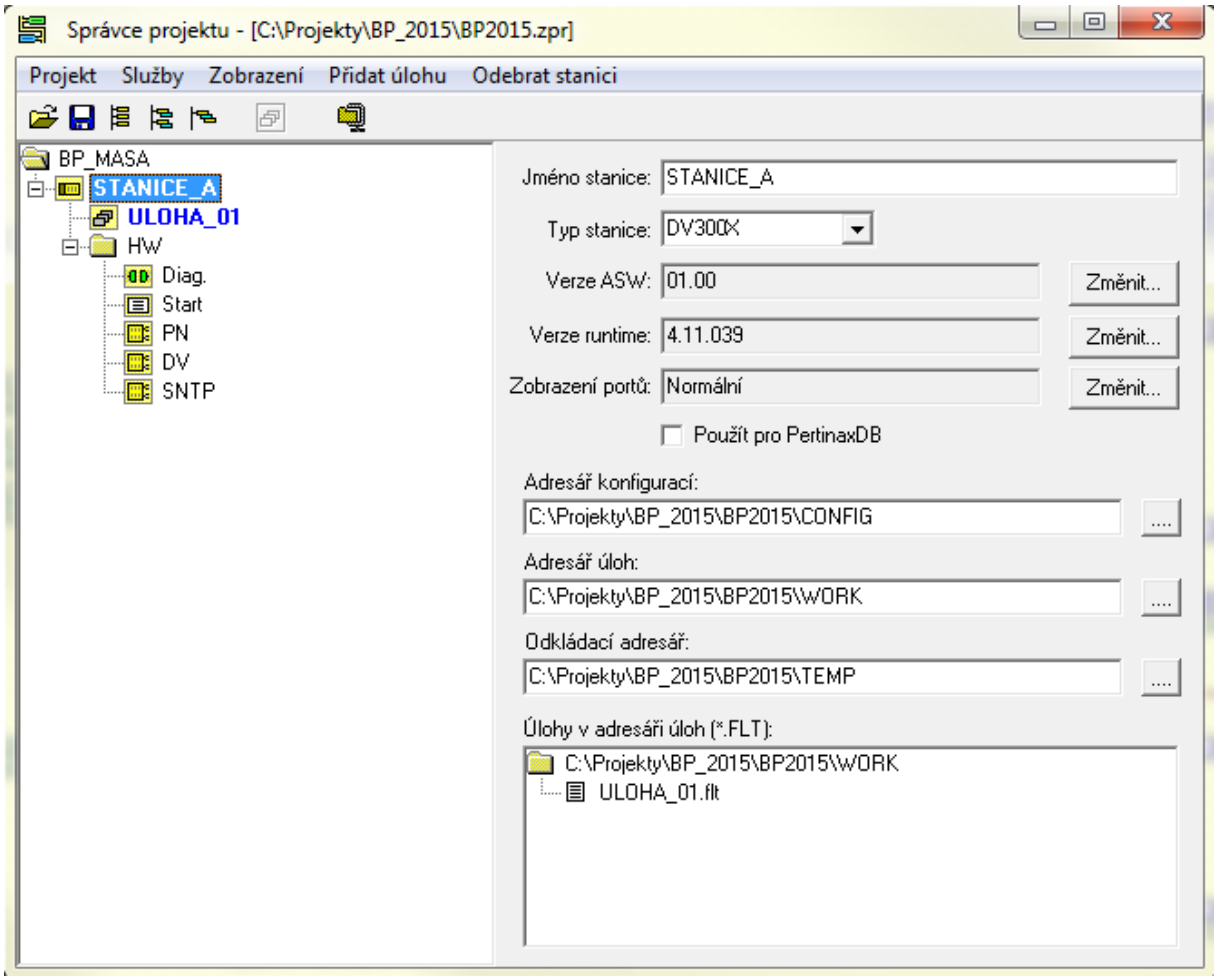
- ovladač diagnostiky stanic „drvPN.dll“
- typ ovladače komunikace „PN“
- typ ovladače časové synchronizace „SNTP“
- typ ovladače I/O desek „DV“

Postup tvorby je následují:

Projekt bude mít stromovou strukturu. Kořen v našem případě bude mít název BP_MASA, který obsahuje stanici STANICE_A, kde nastavím typ procesorové stanice (DV300X) a úlohu, ve které jsou jednotlivé výkresy jsem si nazval ULOHA_01.

Dále projekt zahrnuje specifikaci HW i SW každé stanice jak je popsáno v kapitole 5.4.

Projekt systému Pertinax2007 se standardně ukládá do projektového souboru *.ZPR. Systém rovněž umožňuje vytvořit zkomprimovaný záložní soubor projektu *.CAB



Obr. 5.5 Správce projektu

5.4 Nastavení HW a SW konfigurace

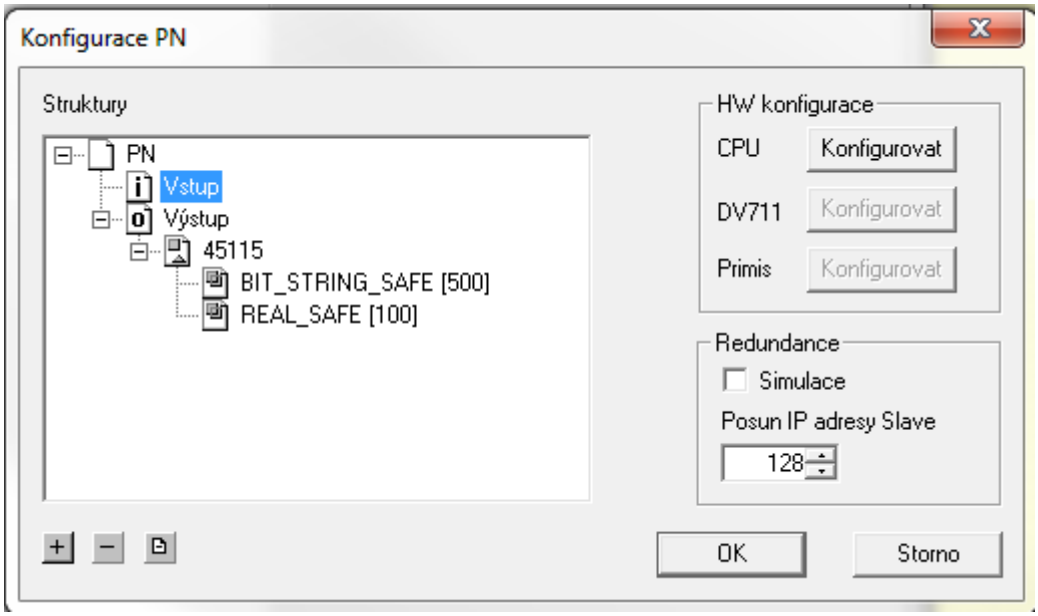
PN - komunikace PerNet

Protokol PerNet je definován nad protokolem UDP (User Datagram Protocol). Základní jednotkou pro přenos dat je struktura. Struktura je přiřazena jednomu z dostupných HW portů. Struktura má takovou velikost, aby se vešla do jednoho paketu UDP (1440 byte pro data). Může obsahovat data různých typů. Data jednoho typu jsou uspořádána v jedné skupině. Subindex každého typu začíná nulou. Jestliže se hodnoty vysílané nebo přijímané jednou stanicí nevejdou do jedné struktury, použije se další struktura. Každá struktura je identifikována jedinečným číslem v rámci celé sítě. Toto číslo struktury může nabývat hodnot 0 až 65535 a přiděluje ho uživatel. [4]

V našem případě si vystačíme pouze s výstupními hodnotami. Pro binární signály je zvolena hranice až 500 signálů, pro analogové 100.

Příklad:

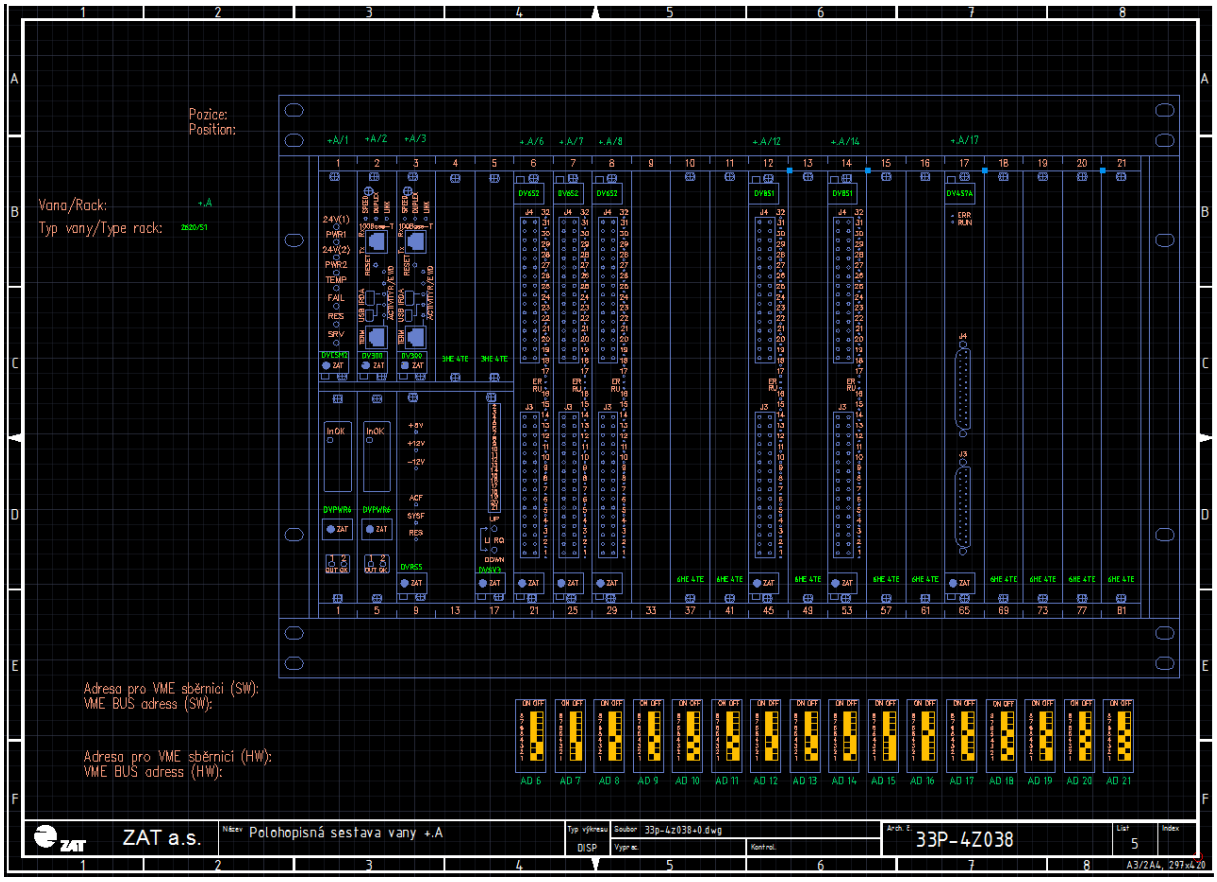
výstup hodnoty typu real safe ze struktury 45115, subindex 19 -> **O.PN.RS.45115.19**



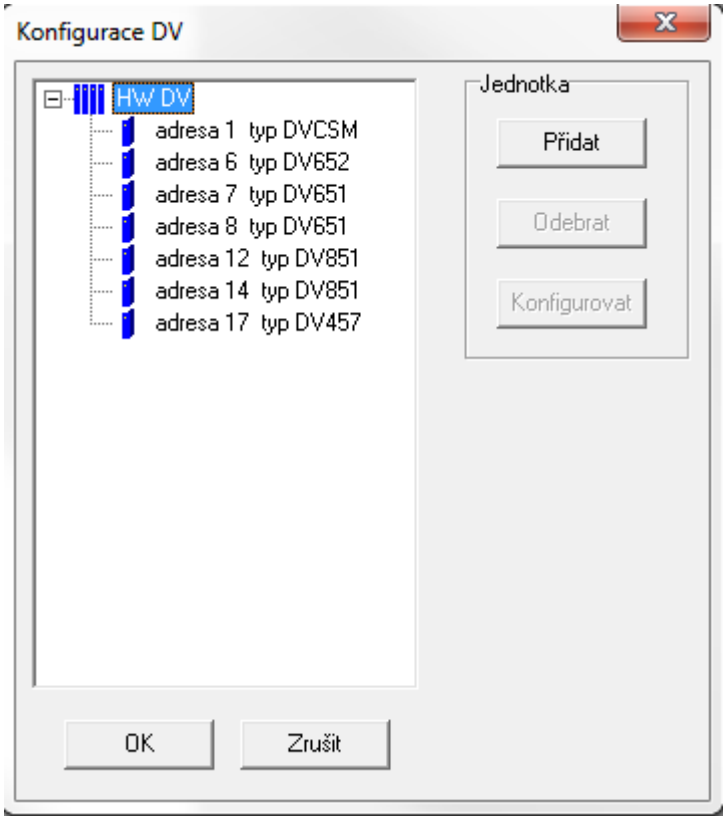
Obr. 5.6 Konfigurace ovladače PN

DV - I/O desky ZAT-DV

Zpracování I/O signálů je popsáno v kapitole 4. V ovladači pro jednotky ZAT-DV, komunikující po sběrnici VME se volí a konfigurují jednotky, které obsahuje vana. Jako podklad slouží výkres polohopisné sestavy vany, který obsahuje HW dokumentace panelu.



Obr. 5.7 Výkres s polohopisnou sestavou vany +.A



Obr. 5.8 Konfigurace ovladače DV

Příklad portu:

vstup z jednotky DV457, deska 17, kanál 2 -> **I.DV.I.17.2**

SNTP - časová synchronizace po TCP/IP

Součástí řídicího procesoru DV300 je v rámci systémového software aplikován ovladač Drv_Sntp pro synchronizaci času po TCP/IP.

Komunikace dat

Mohou nastat dva případy porušení funkčnosti.

V prvním případě, že je vyhodnocena chyba dat v synchronizaci (protokolu) pokračuje řídicí proces v dalších činnostech podle programu, přičemž jsou chybně přijatá data označena příznakem nevalidity a v diagnostice jsou k dispozici informace o poruše synchronizace.

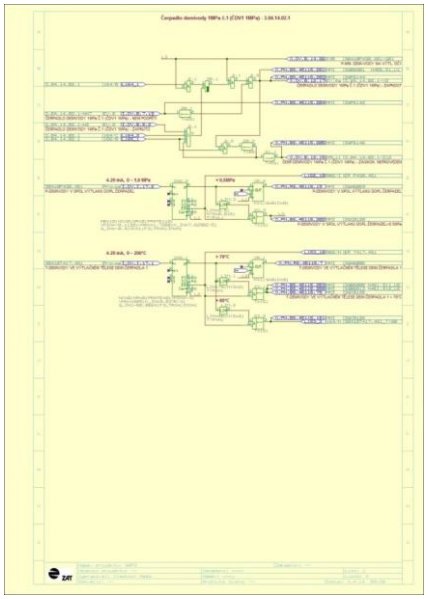
V druhém případě je v rámci řídicí desky funkční softwarový watchdog, který kontroluje, že správně běží všechny programy v řídicí desce a to včetně driveru Drv_sntp. [4]

5.5 Uživatelská úloha

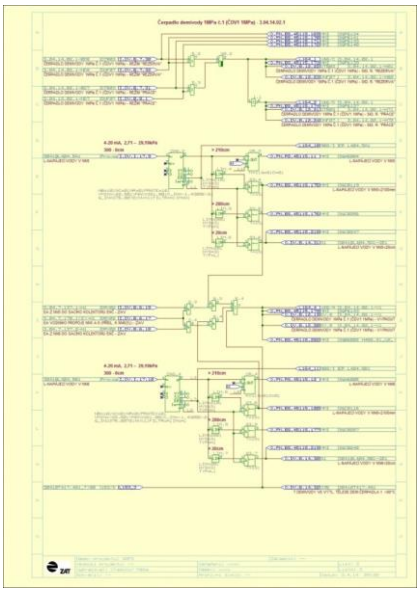
Po nastavení všech potřebných konfigurací a ovladačů se přechází k tvorbě uživatelské úlohy.

Uživatelská úloha se vytváří dle postupu zmíněného v kapitole 4 - Uživatelská úloha (aplikační SW).

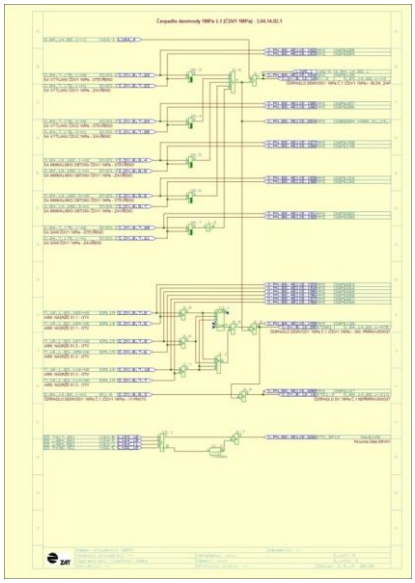
Výsledné výkresy zkreslené dle implementačních algoritmů pro úlohu BP2015_A_01 jsou na obrázcích 5.9, 5.10, 5.11 (plná velikost - příloha 2).



Obr. 5.9 Výkres BP2015_1



Obr. 5.10 Výkres BP2015_2



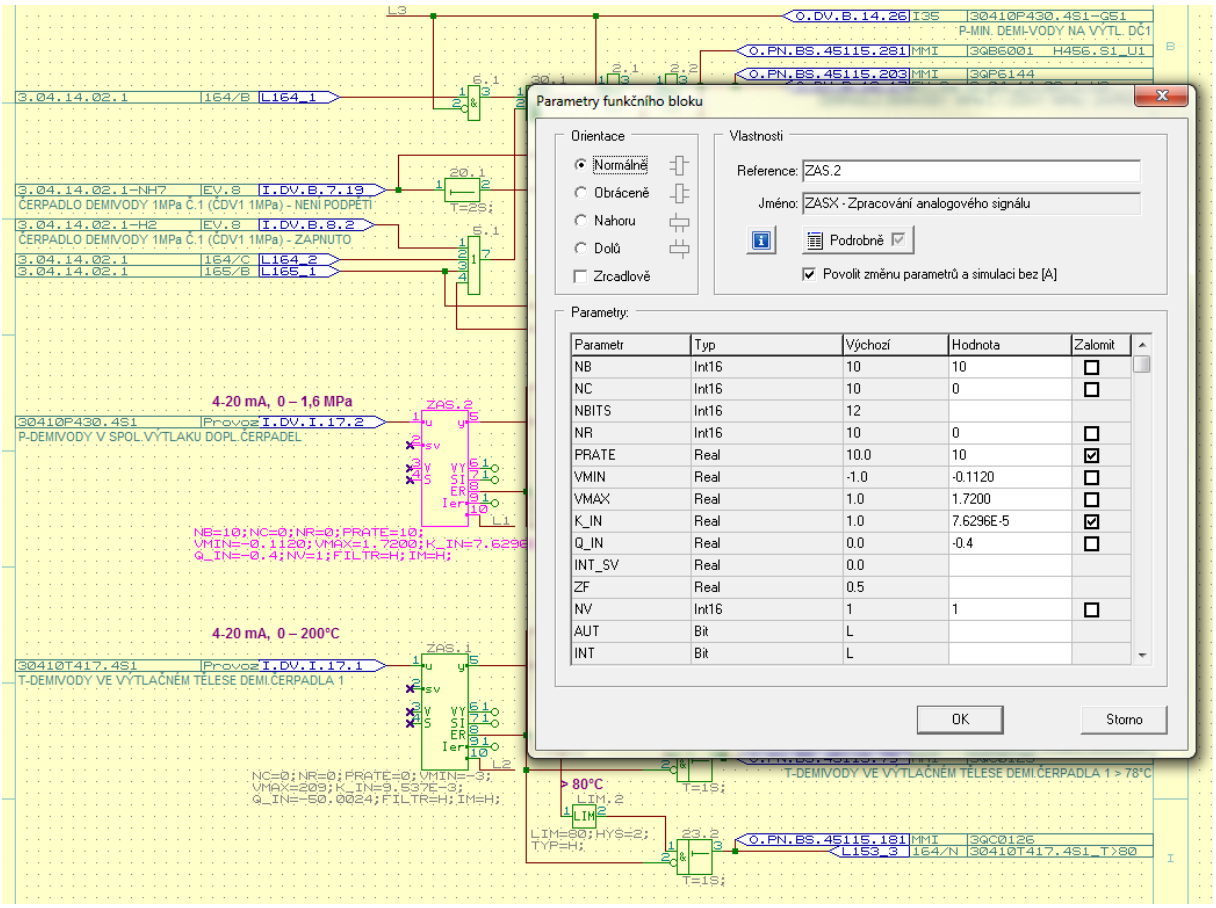
Obr. 5.11 Výkres BP2015_3

5.6 Zpracování analogových signálů

V úloze je většina algoritmu zpracována jednoduchými funkčními bloky, pouze u analogového signálu je logika složitější. Pro popis je vybráno zpracování analogového signálu ze vstupní desky DV457 a to signál tlaku P430.4S1.

Vstupní analogový signál

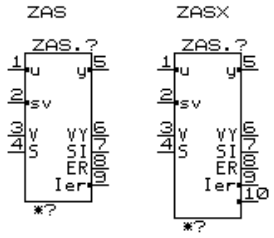
Nejdříve zpracujeme přivedený analogový signál vstupní branou ZAS



Obr. 5.12 Parametry FB ZAS(ZASX) – zpracování analogového signálu

ZAS(ZASX)

Zpracování analogového signálu



Obr. 5.13 Symbol FB ZAS(ZASX)

KNIHOVNA FB

BlkNumE

VSTUPY

Vstup 1	u	[INT16]	vstupní analogový signál
Vstup 2	sv	[REAL]	náhradní hodnota
Vstup 3	V	[BIT]	ruční vyřazení vstupní hodnoty
Vstup 4	S	[BIT]	přepnutí na náhradní simulovanou hodnotu

VÝSTUPY

Výstup 5	y	[REAL]	výstupní hodnota.
Výstup 6	VY	[BIT]	příznak ručního vyřazení vstupní hodnoty
Výstup 7	SI	[BIT]	příznak přepnutí na náhradní simulovanou hodnotu
Výstup 8	ER	[BIT]	příznak platnosti výstupní hodnoty
Výstup 9	Ier	[INT16]	kód chyby
Výstup 10		[UINT8]	platnost výstupu 5

PARAMETRY

NB	[INT16]	počet počátečních vzorků po restartu, kdy je potlačeno rozpoznávání platnosti signálu 1 (doporučuje se volit 5 a více z důvodu odeznění počátečních podmínek Butterworthova filtru)
NC	[INT16]	počet vzorků pro testování podmínky F2 (viz výstup 9). Je-li NC=0, potom podmínka F2 není nikdy splněna.
NBITS	[INT16]	počet bitů A/D převodníku vstupního modulu (používá se při vyhodnocení podmínky F2)
NR	[INT16]	počet vzorků pro testování podmínky F3 (viz výstup 9). Je-li NR=0, potom podmínka F3 není nikdy splněna.
PRATE	[REAL]	maximální předpokládaná procentuální změna vstupu 1 z celkového rozsahu (VMAX - VMIN) za NR vzorků vstupu 1 (používá se při vyhodnocování podmínky F3)
VMIN	[REAL]	dolní mez rozsahu vstupu 1 přepočítaného parametry K_IN a Q_IN.
VMAX	[REAL]	horní mez rozsahu vstupu 1 přepočítaného parametry K_IN a Q_IN.
K_IN	[REAL]	směrnice pro přepočet vstupní hodnoty 1.

Q_IN [REAL] posun pro přepočet vstupní hodnoty 1

INT_SV [REAL] náhradní hodnota

ZF [REAL] zlomová frekvence Butterworthova filtru. ZF musí být menší než Nyquistova frekvence, tj. polovina vzorkovací frekvence (1000/perioda spouštění úlohy). V případě, že zadaný parametr nesplňuje tuto podmínku, je automaticky nahrazen hodnotou (vzorkovací frekvence/2 - 0,1).

NV [INT16] počet vzorků pro testování podmínky F4 (viz výstup 9). Je-li NV=0,
potom podmínka F4 není nikdy splněna,

AUT [BIT] přepínač, je-li v H dojde při neplatné vstupní hodnotě k automatickému přepnutí na náhradní hodnotu, buď ze vstupu 2 nebo na hodnotu v parametru INT_SV. Je-li v L k přepnutí nedojde a musí se provést ručně vstupem 4.

INT [BIT] přepínač, je-li v L bere se náhradní hodnota ze vstupu 2, je-li v H bere se náhradní hodnota z parametru INT_SV.

FILTR [BIT] přepínač, v L se na výstup 5 posílá nefiltrovaná hodnota a v H se na výstup 5 posílá filtrovaná hodnota. K filtraci se používá dolní propust realizovaná Butterworthovým filtrem 2. řádu.

IM [BIT] přepínač, je-li v H, dojde k trvalému zobrazování výstupní hodnoty (i pokud je vstup 1 neplatný nebo je přepočtená hodnota mimo meze). Je-li v L, zůstane na výstupu poslední platná hodnota *(dostupný pouze pro Linux)*.

POPIS FUNKCE

Nejprve se vyhodnotí vstup 3, ruční vyřazení vstupního signálu. Při H se do platnosti vstupního signálu zapíše příznak **Ručně vyřazená** a na výstup 6, ruční vyřazení, se zapíše H. Při L se pouze na výstup 6 zapíše L. Dále se vyhodnotí vstup 4, přepnutí na náhradní hodnotu. Při H se pro další zpracování vezme hodnota ze vstupu 2 a do platnosti se zapíše příznak **Simulovaná platná**. Při L se pro další zpracování vezme hodnota a platnost ze vstupu 1. Jestliže je neplatná, testuje se nejdříve parametr AUT a potom parametr INT. Podle nastavení těchto parametrů se k dalšímu zpracování vezme hodnota ze vstupu 2 nebo z parametru INT_SV, nebo hodnota zůstane neplatná (při AUT v L). Jestliže je platná, provede se výpočet filtru

(jestliže parametr FILTR je v H) a následně se vyhodnotí rychlost změny a určí se, zda hodnota leží v povoleném intervalu. Při chybě zpracovávané hodnoty se do platnosti nastaví příznak **Chyba výpočtu**, při hodnotě mimo zadané meze se do výst. platnosti ještě přidá příznak **Mimo rozsah**. Při chybě zpracovávané hodnoty se na výstupu 9 objeví kód chyby. Při ručně vyřazené vstupní hodnotě je na výstupu 6 H. Při simulované vstupní hodnotě je na výstupu 7 H. [5]

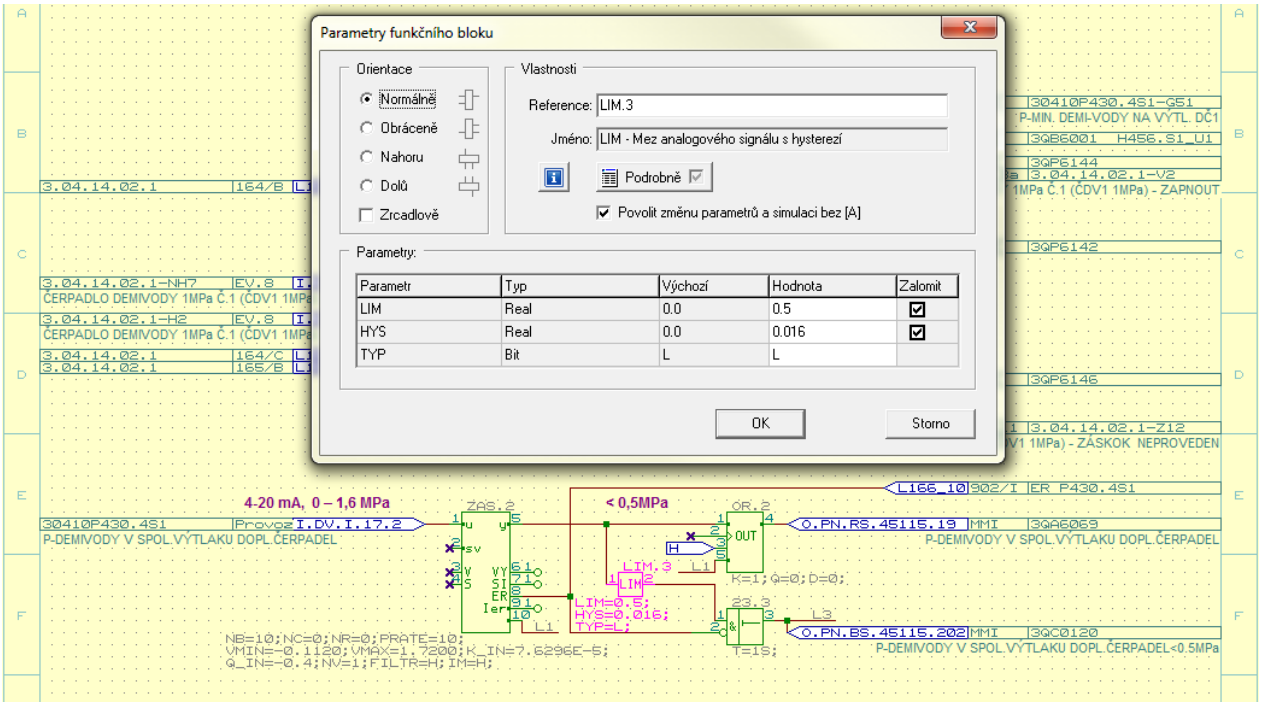
Vyhodnocení mezí

Meze

Z popisu algoritmu lze vyčíst stanovené meze, které mají přivést na operátorskou stanici signál, pokud tlak překročí hodnotu 0,5 MPa. To bude zajištěno blokem LIM.

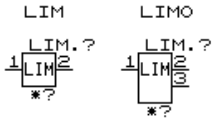
Pro analogové signály, u kterých se vyhodnocují meze, musí být provedeno nastavení hystereze (její deaktivace) při vyhodnocování mezí 1% z rozsahu měření s tím, že každý funkční blok vyhodnocení meze musí mít hysterezi samostatně nastavitelnou.

Pro bezpečné vyhodnocení aktivace meze musí být výstupní signál z algoritmu zpožděn o 1sekundu z důvodu možnosti vyhodnocení případné poruchy čidla v tomto časovém úseku a zablokování čekajícího výstupního signálu.



Obr. 5.14 Parametry FB LIM - Mez analogového signálu s hysterezí

LIM(LIMO)
Mez analogového signálu s hysterezí



Obr. 5.15 Symbol FB LIM(LIMO)

KNIHOVNA FB

BlkNumE

VSTUPY

Vstup 1	[REAL]	hodnota analogového signálu

VÝSTUPY

Výstup 2	[BIT]	výstupní signál.
Výstup 3	[REAL]	mezní hodnota analogového signálu (zadaná parametrem LIM).

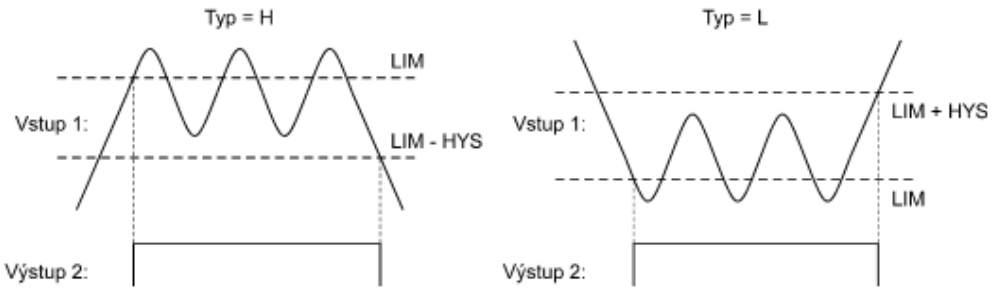
PARAMETRY

LIM	(0.0)	[REAL]	hodnota udávající mezní hodnotu analogového signálu.
HYS	(0.0)	[REAL]	hodnota udávající hysterezi.
TYP	(L)	[BIT]	hodnota udávající způsob reakce bloku na vstupní hodnotu.

L: hlídá se dolní mez analogového signálu.

H: hlídá se horní mez analogového signálu.

POPIS FUNKCE

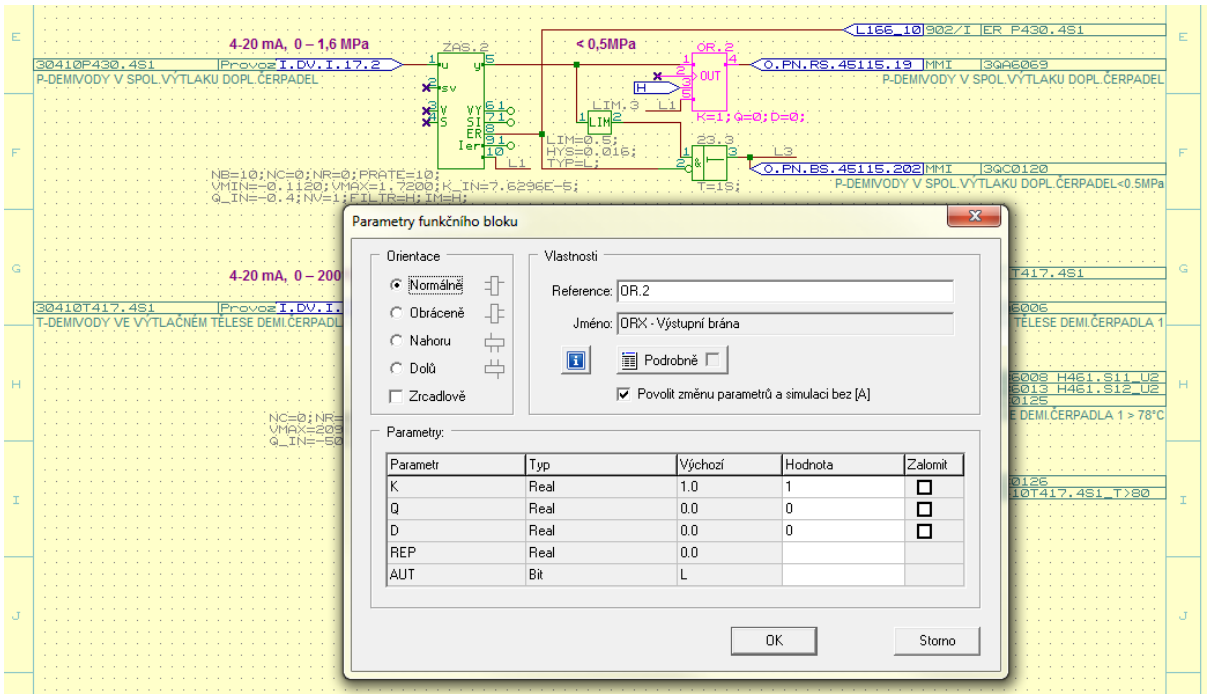


Obr. 5.16 Reakce bloku na vstupní hodnotu

[5]

Výstupní analogový signál

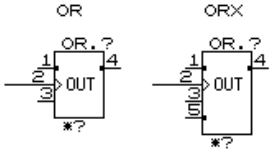
Zpracování výstupního analogového signálu na požadovaný typ R je provedeno přes výstupní bránu OR



Obr. 5.17 Parametry FB OR – výstupní brána

OR(ORX)

Výstupní brána



Obr. 5.18 Symbol FB OR(ORX)

KNIHOVNA FB

BlkNumB

VSTUPY

Vstup 1	[REAL]	vstupní signál. Pro Linux se platnost nepřenáší
Vstup 2	[BIT]	požadavek na výběr paměti (viz popis funkce).
Vstup 3	[BIT]	programovací. Slouží k volbě jedné ze dvou variant funkce bloku.

Vstup 5 [UINT8] platnost, která bude přiřazena výstupu 4

VÝSTUPY

Výstup 4 [REAL] výstupní signál, numerická hodnota

PARAMETRY

K [REAL] hodnota udávající směrnici

Q [REAL] hodnota udávající posun

D [REAL] hodnota udávající delta kritérium

REP [REAL] náhradní hodnota, která je přiřazena výstupu v případě neplatné vstupní hodnoty (pokud parametr AUT je roven H).

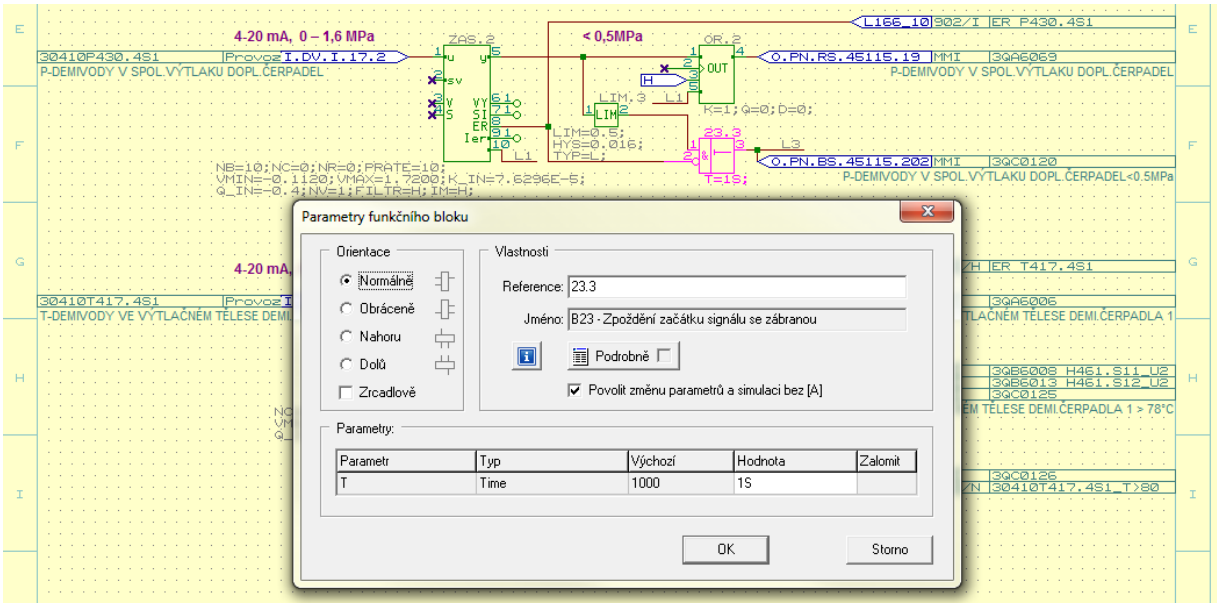
AUT [BIT] definuje způsob chování bloku po příchodu neplatné hodnoty na vstup. Je-li v L, na výstupu je zobrazena poslední zpracovaná platná hodnota a je jí přiřazena neplatnost podle vstupu. Je-li v H, na výstupu je zobrazena náhradní hodnota (zadaná parametrem REP) a je platná.

POPIS FUNKCE

- vstup 3 v L, hodnota vstupu 1 je uložena do paměti a je zpracována tehdy, až dojde na vstupu 2 ke změně L>H.
- vstup 3 v H, vstup 2 se neuplatňuje, hodnota přepočteného výstupu 4 je nejprve porovnána s minule zpracovanou, a pokud se liší o více, než je dáno parametrem D, je zpracována, v opačném případě není zpracována.
- Zpracováním se rozumí provedení operace [(vstup 1)*K+Q], převod na patřičný typ a vyslání na výstup 4.
- V každém programovém cyklu stanice je provedeno vyhodnocení. Pokud nedošlo k přepsání výstupu 4, zůstává platná jeho hodnota z předchozího cyklu. [5]

Platnost signálu

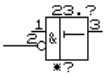
U analogového výstupu se blokem B23 zajišťuje platnost signálu a jeho ustálená hodnota.



Obr. 5.19 Parametry FB B23 – Zpoždění začátku signálu se zábranou

B23

Zpoždění začátku signálu se zábranou



Obr. 5.20 Symbol FB B23

KNIHOVNA FB

BlkBinB

VSTUPY

Vstup 1	[BIT]	vstupní signál
Vstup 2	[BIT]	blokovací signál

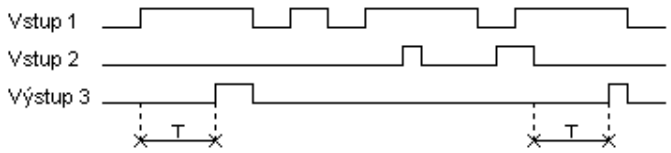
VÝSTUPY

Výstup 3	[BIT]	výstupní signál

PARAMETRY

T	[TIME]čas udávající dobu zpoždění

POPIS FUNKCE



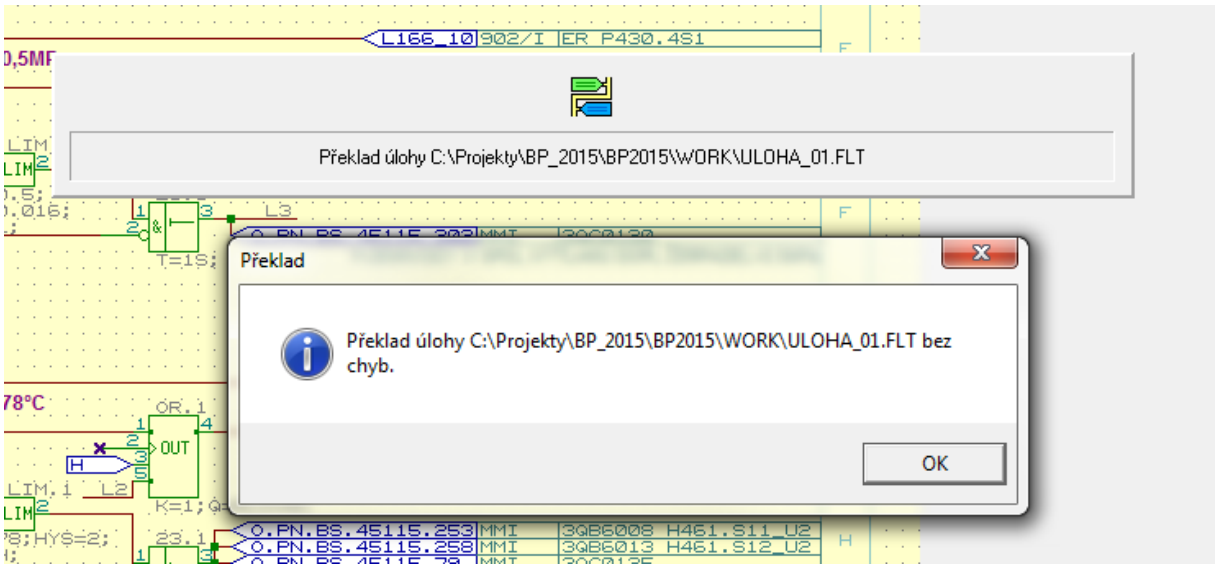
Obr. 5.21 Průběh signálu ve funkčním bloku

[5]

5.7 Překlad uživatelské úlohy

Po nakreslení úlohy je třeba provést překlad úlohy. Překladem úlohy se myslí zpracování algoritmu do binárního souboru. Výsledný binární soubor (nebo soubory) se pak nahrává do řídicí desky.

Pokud je při překladu zjištěna chyba, objeví se okno s výpisem chyb. Chyby je nutno opravit a spustit překlad znovu.



Obr. 5.22 Překlad úlohy

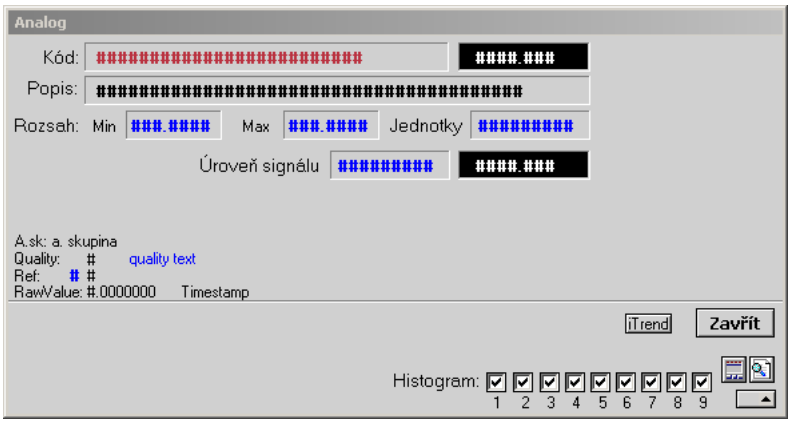
Tímto posledním krokem je úloha připravená k následné konečné mezioperační kontrole a verifikaci. Poté se úloha může nahrát do procesoru stanice.

6 Operátorská úroveň (SCADA /HMI)

6.1 Analogové okno

Toto okno se otevře při kliknutí na měřící místo na obrazovce a jsou v něm zobrazeny dostupné údaje o jednotlivém měřícím okruhu, dále slouží k přiřazování měření do histogramů, historických a reálných grafů, provádění ručního vyřazení signálu a jeho simulace. Zobrazení informací v okně rozdělujeme do základních dvou režimů a to režim standardní a rozšířený.

Standartní režim pro vybrané měření



Obr. 6.1 Základní okno pro analogový signál

V tomto režimu jsou zobrazeny údaje o měření, které jsou dostupné z vlastní databáze InTouch a aktuální hodnoty daného měření. Aktuální hodnota je zobrazena vedle kódu měření a napravo od ní jsou zobrazeny případné aktuální hodnoty ostatních měření v rámci jednoho měřícího místa. U těchto ostatních aktuálních hodnot platí barevné zobrazení:

Zelená=měření je v pořádku, žlutá=měření je nevěrohodné.

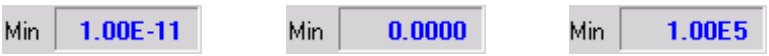
Význam jednotlivých položek (v závorce jsou uvedeny položky databáze):

Kód – vlastní kód měření (TagName)

Popis – popis měření (Intouch nazev)

Rozsah – rozsah měření zobrazovaný v InTouch (Rozsah_Low, Rozsah_High).

Formát zobrazovaného rozsahu je určen podle hodnoty rozsahu:



Obr. 6.2 Formáty zobrazovaného minimálního rozsahu

Jednotky – inženýrské jednotky měření (Jedn_SI)

Úroveň signálu – hodnota úrovně signálu přepočtená podle aktuální hodnoty a úrovně signálu načtené z DB (Ur_sig) např 4-20mA

a) b) c)

Obr. 6.3 Symboly v analogovém oknu a) vyhledávání b) zobrazení detailu signálu c) iTrend

- Otevře okno „Vyhledávání“ a doplní položku Kód podle aktuálního analogu

- Otevře okno „Zobrazení detailu signálu“ a doplní položky Kód podle aktuálního analogu

- Přidá aktuální analog do iTrendu, ten slouží k zobrazování dat získaných z archivačních serverů, kde běží InSQL.

Obr. 6.4 Přiřazení aktuálně zobrazeného analogu na požadovanou pozici v histogramu.

Obr. 6.5 Další informační údaje

V této části je zobrazena:

- Alarmní skupina.
- Qualita proměnné v číselné podobě a její slovní popis.
- Reference proměnné tedy její zdroj, který se skládá z AccessName a ItemName. Konkrétně je složen z položek sloučené DB: Computer, Topic, ItemName. U položky Computer jsou vynechány první dva znaky. Dále je

zobrazeno, z kterého výpočetního systému se čtou aktuálně data např. „VS7“

- RawValue tedy surová hodnota proměnné (zobrazení hodnoty není omezeno nastaveným deadbendem).
- TimeStamp tedy časová značka proměnné. Je zobrazeno jen pro oprávnění Administrator

Přiřazení textů k jednotlivým kvalitám:

0 = "Nepřipojeno k VS"

4 = "Chyba konfigurace"

12,24,28,32 = "Porucha zdroje dat"

16 = "Porucha snímače"

68 = "Vyřazený signál"

64,80,88 = "Nevěrohodný signál"

85,86 = "Mimo měřicí rozsah"

192 = "Kvalita OK"

193 = "Alarm Lo"

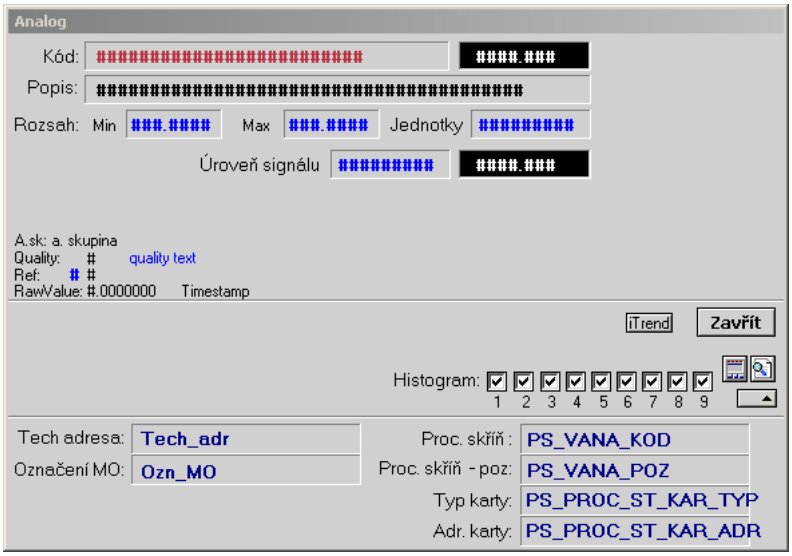
194 = "Alarm Hi"

197 = "Alarm LoLo"

198 = "Alarm HiHi"

216,217,218,221,222 = "Simulovaný signál"

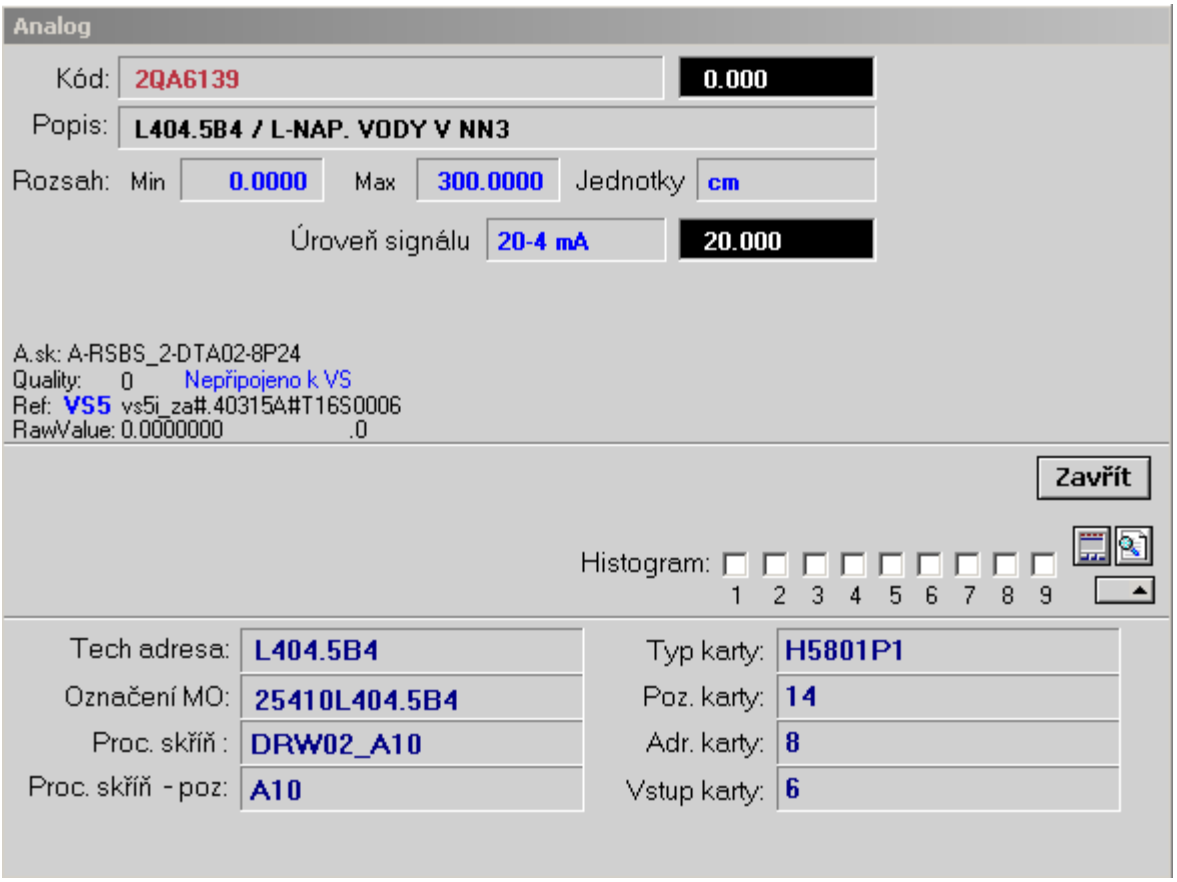
Rozšířený režim pro vybrané měření



Obr. 6.6 Rozšířené okno pro analogový signál

Rozšířený mód nám umožňuje získat další informace, které nejsou součástí databáze InTouch a jsou uloženy v externí databázi.

Přechod do rozšířeného módu se provádí tlačítkem v pravém dolním rohu. Po stisku tlačítka dojde k napojení na externí databázi a vyčtení doplňujících dat k měřícímu okruhu. Tato data jsou zobrazena ve spodní části obrazovky. Stisknutím stejného tlačítka jako pro vyvolání rozšířeného režimu dojde k jeho zavření a přechodu zpět do základního režimu. Na obr. 6.7 můžeme vidět hodnoty měření uváděného v příkladu.



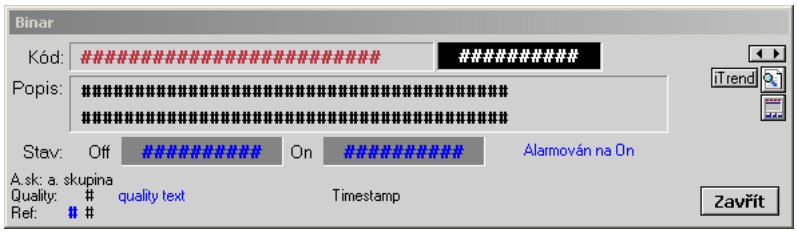
Obr. 6.7 Ukázka měření

6.2 Binární okno

Toto okno se otevře při kliknutí na aktivní binární prvek na obrazovce a jsou v něm zobrazeny údaje o binárním signálu. Stejně jako u analogového okna zobrazení informací v okně rozdělujeme do základních dvou režimů a to režim standardní a rozšířený.

Popis jednotlivých režimů:

Režim základní pro vybrané měření



Obr. 6.8 Základní okno pro binární signál

V tomto režimu jsou zobrazeny údaje o signálu, které jsou dostupné z vlastní databáze InTouch a aktuální stav daného signálu.

Význam jednotlivých položek (v závorce jsou uvedeny položky sloučené databáze):

Kód – vlastní kód signálu a aktuální stav (TagName)

Popis – popis signálu (InTouch nazev)

Stav **Off** - stavový text signálu při logické 0 (Stav_0)

On – stavový text signálu při logické 1 (Stav_1)

Další popis jednotlivých částí okna je shodný s analogovým oknem

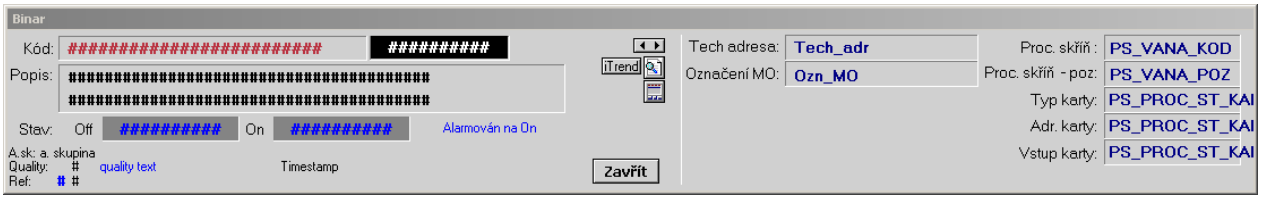
Obr. 6.9 Zobrazení informace z externí DB zda je signál alarmován.

Hodnoty jsou:

Alarmován na On, Alarmován na OFF, Není alarmován

Další popis jednotlivých částí okna je shodný s analogovým oknem.

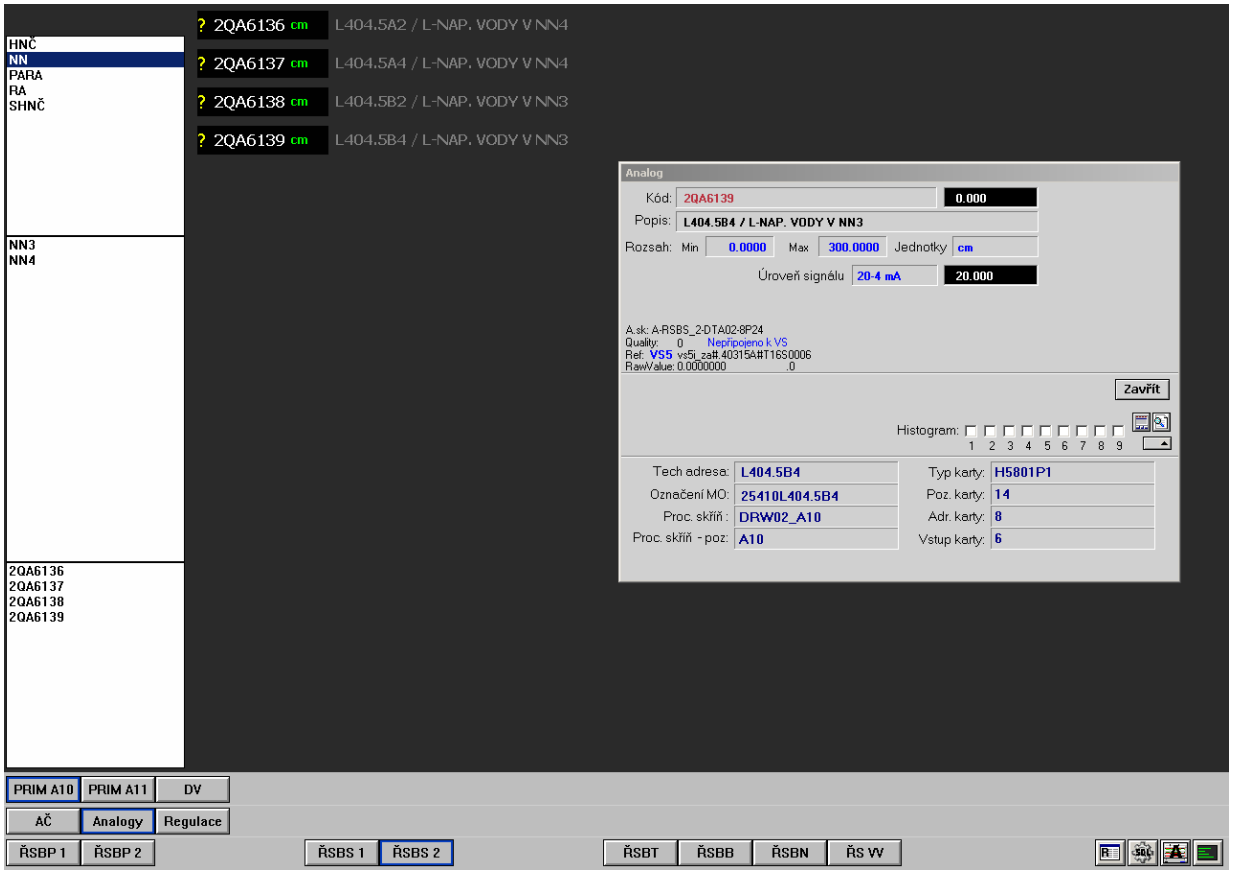
Režim rozšířený pro vybraný signál



Obr. 6.10 Rozšířené okno pro binární signál

Rozšířený mód umožňuje získat další informace, které nejsou součástí databáze InTouch a jsou uloženy v externí databázi.

Přechod do rozšířeného módu se provádí tlačítkem v pravém horním rohu okna Po stisku tlačítka dojde k napojení na externí databázi a vyčtení doplňujících dat k danému binárnímu signálu. Tato data jsou zobrazena v pravé části obrazovky. Stisknutím stejného tlačítka jako pro vyvolání rozšířeného režimu dojde k jeho zavření a přechodu zpět do základního režimu.



Obr. 6.11Obrazovka s analogovými signály

Závěr

Hlavním záměrem této práce bylo popsat tvorbu aplikačního software automatizačním systémem ZAT Plant Suite MP. Práce podává ucelený přehled o systémech aktuálně nabízených řídících systémů firmy ZAT a.s.

V první části je popsána strukturu prostředků ZAT Plant Suite MP, která zahrnuje prostředky pro projektování, programování a nástroje pro tvorbu rozhraní mezi technologií a člověkem

V další části je přiblíženo vývojové prostředí Pertinax2007, který zahrnuje uživatelské nástroje od řízení projektu, programování, konfiguraci až po ladění algoritmů za běhu systému

Následuje část popisující přehled norem, směrnic, předpisů a omezení, kterými se řídí postup při výrobě aplikačního software. Další kapitola se týká zásad pro tvorbu uživatelských aplikací, od převzetí zadání, tvorby databáze, zpracování úlohy až po tvorbu vizualizace.

V poslední části jsem se pokusil zobecnit a uvést na příkladu tvorbu aplikačního software.

Tato práce by mohla posloužit jako přehled a návod pro nové zaměstnance firmy ZAT a.s.

Informace a doporučení, která jsou zde uvedena, jsem čerpal v převážné většině ze své praxe s těmito systémy, které denně používám ve svém zaměstnání.

Literaturu na zvolené téma je složena z převážně interních dokumentů, jelikož firma ZAT a.s. tyto systémy přímo vyvíjí a nasazuje.

Seznam zkratek

A/D	Analogově digitální
ASW	Aplikační software
AZR	Automatický zátěžový regulátor
BT	Bloková dozorna
CAN	Datová sběrnice místní sítě (Controller Area Network)
CPU	Centrální procesorová jednotka počítače
ČSN	Česká státní norma
ČSN EN	Česká technická norma, která obsahuje evropskou normu EN
ČSN IEC	Česká technická norma, která obsahuje mezinárodní normu IEC
DC	Stejnosměrný proud (napětí)
DIAG	Diagnostický a informační systém
DVCSM	Centrální servisní modul
ELS	Automatika postupného spouštění
EMC	elektromagnetická kompatibilita
Ethernet	Přenosový protokol se sběrnicovou topologií
HMI	Rozhraní člověk - stroj (Human-Machine Interface)
HW	Technické prostředky (hardware)
IEEE	Institut pro elektrotechnické a elektronické inženýrství
I/O	V/V (Vstupy/výstupy, Input/Output)
IEC	Mezinárodní elektrotechnická komise
InSQL	Průmyslový strukturovaný dotazovací jazyk
LAN	Počítačová síť
MaR	Systém měření a řízení (Měření a regulace)
MMI	Rozhraní pro styk mezi člověkem a strojem
ND	Nouzová dozorna
NTP	Síťový protokol (Network Time Protocol)
OS	Operátorská stanice
PCS	Informační výpočetní systém – (Process Computer System)
PERNET	Komunikační protokol založený na standardu Ethernet s využitím protokolu TCP/IP
Pertinax2007	SW prostředek pro aplikační programování systémů ZAT-MP
PLC	Programovatelný logický kontrolér
RDD	Replaceable Database Driver
ŘS	Řídící systém
SCADA	Dispečerské řízení a sběr dat
SKŘ	Systém kontroly a řízení
SM	Směrnice

SW	Programové prostředky (software)
TCP/IP	Vrstvová architektura protokolů (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)
VME	Versa Module Europe
VS	Výpočetní server
ZAT - Plant Suite MP	Řídící systémy firmy ZAT a.s. . (automatizační technologie)
ZAT-DV	Automatizační systém firmy ZAT a.s. (do bezp. kat. C)
ZAT-PRIMIS	Řídící systém pro průmyslové využití (do bezp. kat. B)

Seznam zdrojů

[1] *Koncepce SW SKŘ*, 2011. Příbram: ZAT a.s.

[2] *V226-00R-4R001 - Specifikace požadavků na SW,* 2008. Příbram: ZAT a.s.

[3] *V226-00J-4R003 - Plán tvorby*, 2008. Příbram: ZAT a.s.

[4] *Pertinax2007 – uživatelská příručka rev.6*, 2013. Příbram: ZAT a.s.

[5*] Katalog funkčních bloků rev.7*, 2013. Příbram: ZAT a.s.

[6] *Technická zpráva DPS 3.04.10 SKŘ*, 2011. Příbram: ZAT a.s.

[7] *Popisy funkcí v rozsahu technolog. algoritmů řízení PS 3.04*, 2006. Škoda Praha

[8] *Implementační algoritmy řízení 33P-1L014*, 2009. Škoda JS a.s..

[9] *SM72 – Řízení návrhu - aplikační SW*, 2008. Příbram: ZAT a.s.

[10] *S007 - Podklady pro MSY,* 2008. Příbram: ZAT a.s.

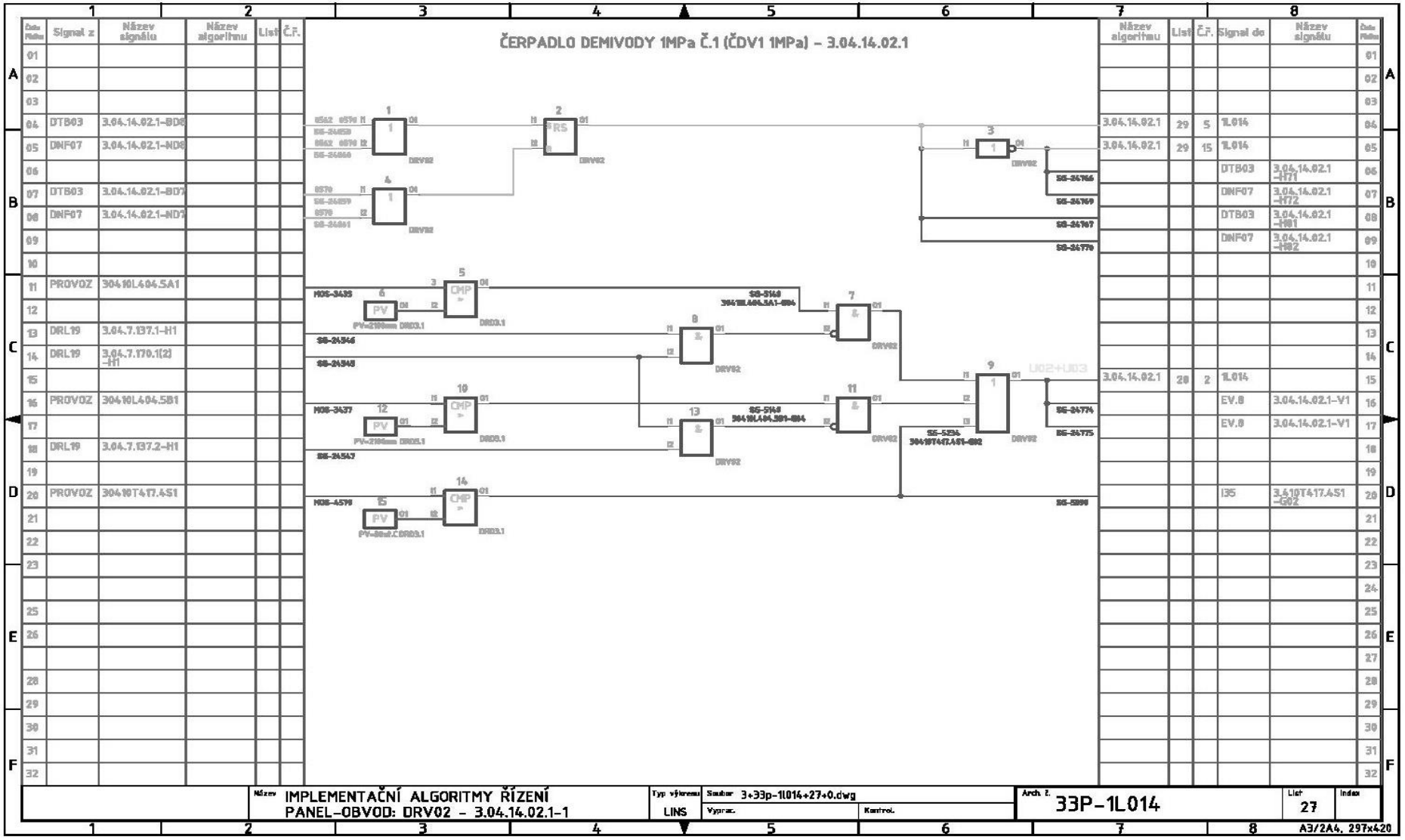
[11] *S015 - Manuál řídícího a monitorovacího systému InTouch*, 2008. Příbram: ZAT a.s.

[12] *Zákaznický den 15.1.2015* [prezentace PowerPoint], 2015. Plzeň: ZAT a.s.

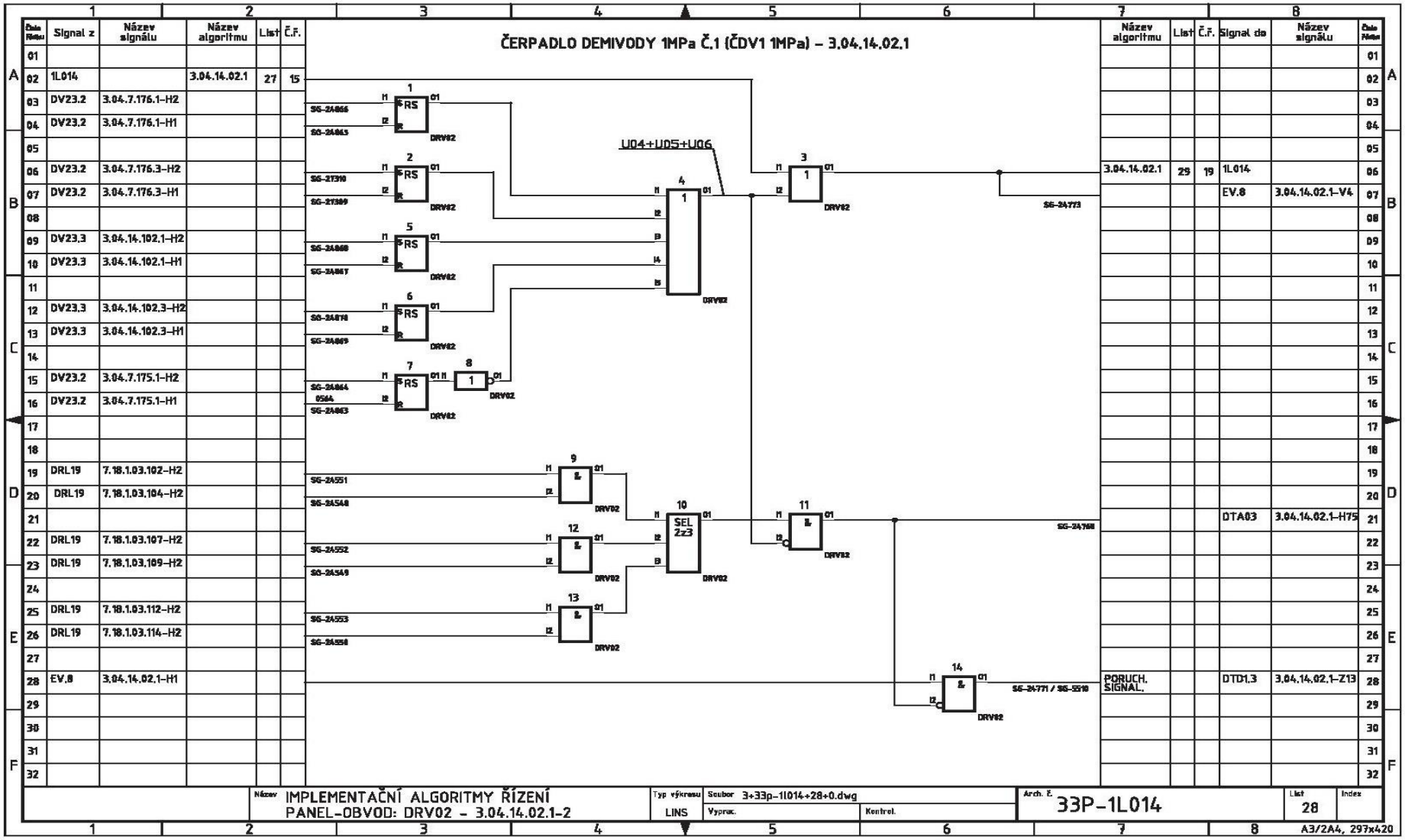
Přílohy

Příloha 1: Implementační algoritmy (3 listy)

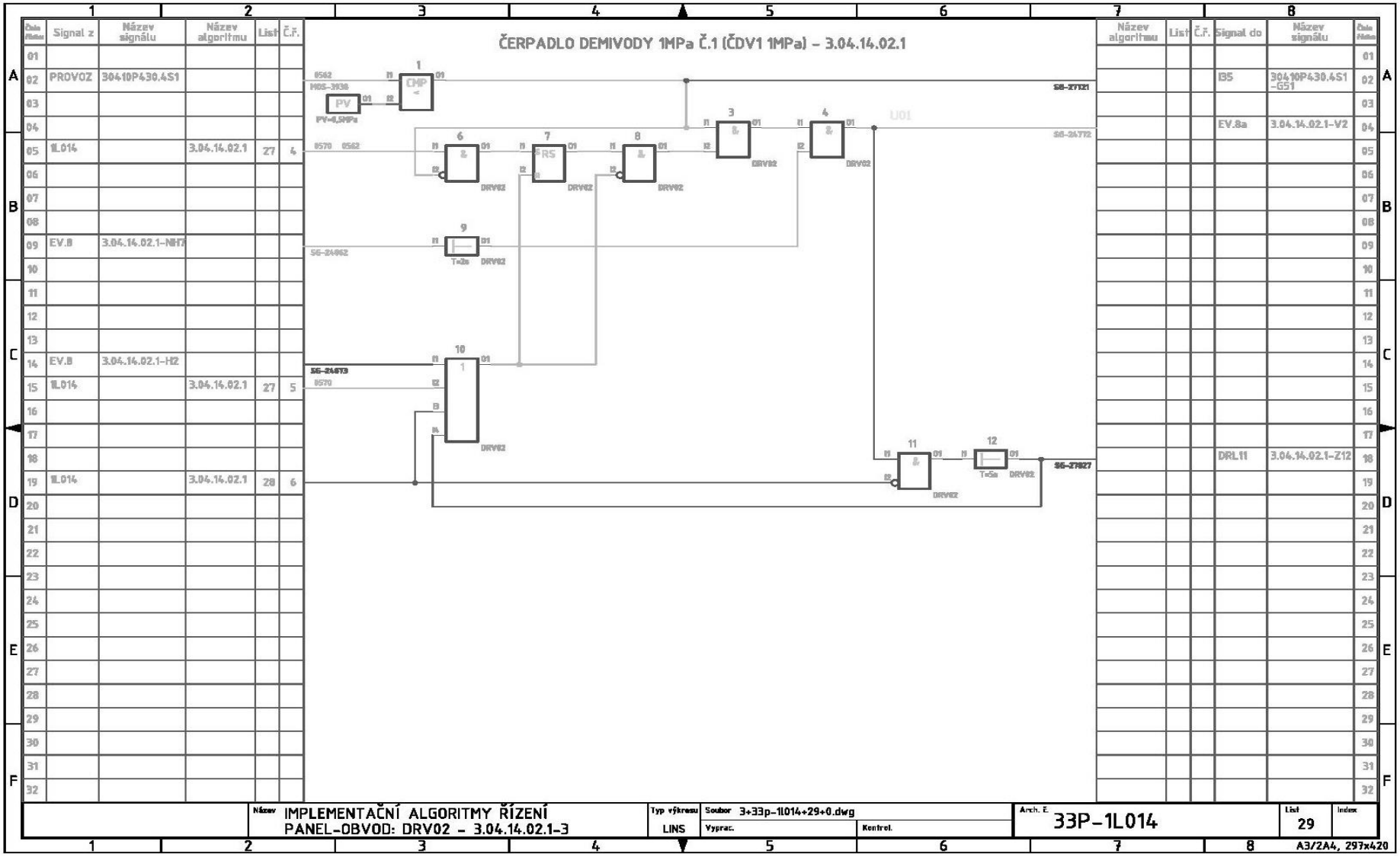
Příloha 2: Softwarové výkresy vytvořené v Pertinax2007 (3 listy)



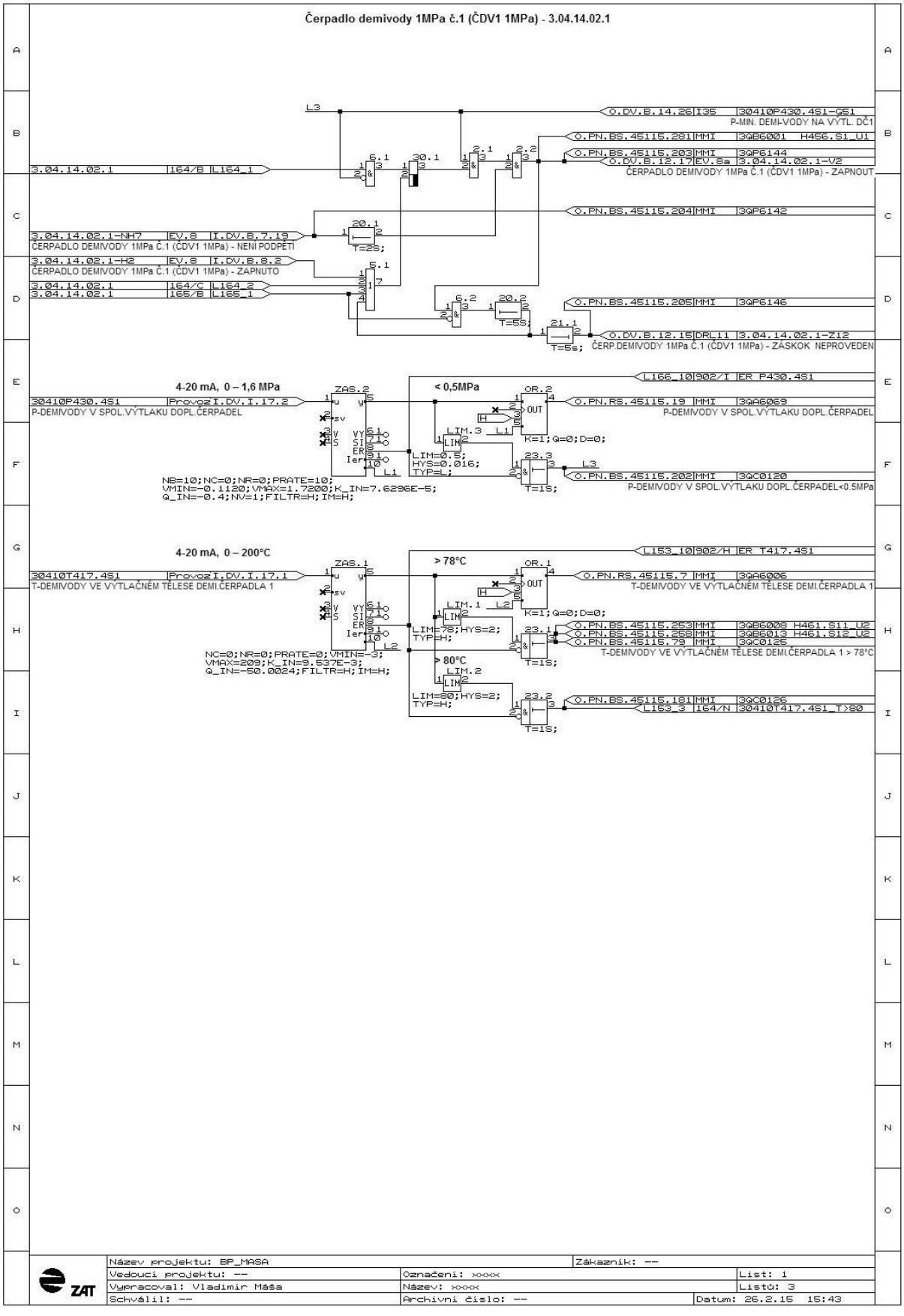
Příloha 1: Implementační algoritmus, list 1/3



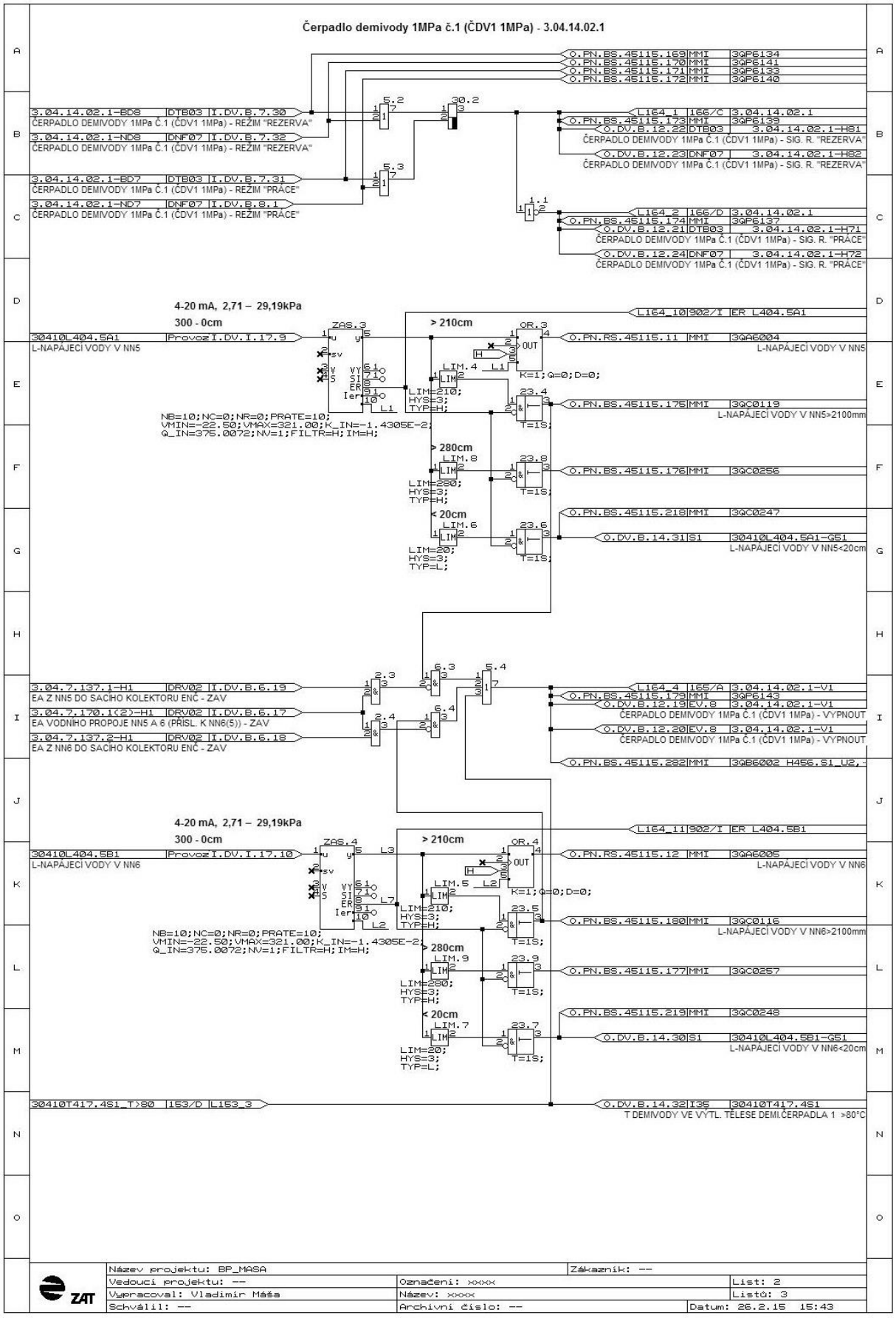
Příloha 1: Implementační algoritmus, list 2/3



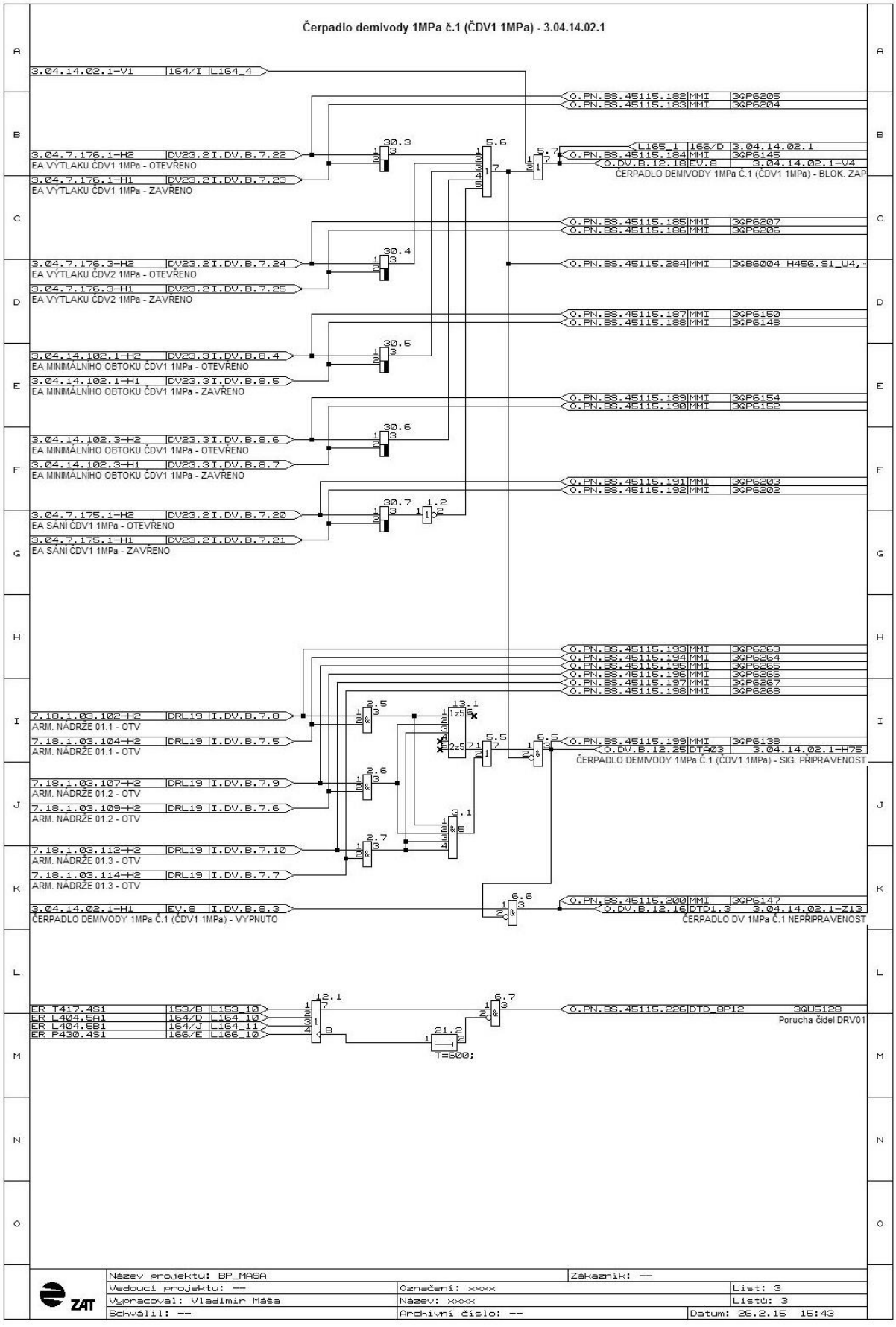
Příloha 1: Implementační algoritmus, list 3/3



Příloha 2: Softwarový výkresy vytvořený v Pertinax2007, list 1/3



Příloha 2: Softwarový výkresy vytvořený v Pertinax2007, list 2/3



Příloha 2: Softwarový výkresy vytvořený v Pertinax2007, list 3/3