

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA,
CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY



ABSOLVENTSKÁ PRÁCE

Projektová prováděcí dokumentace měření
a regulace Domu služeb Sázava

Sezimovo Ústí, 2016

Autor: Jan Petruška



ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **Jan Petruška**
Obor studia: 26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy
Název práce: **Projektová prováděcí dokumentace měření a regulace
Domu služeb Sázava**
Anglický název práce: **The project implementing documentation of the
measuring and regulation for Service centre Sázava**

Zásady pro vypracování:

1. Popište části technologie a systému, vytvořte projektovou prováděcí dokumentaci MaR.
2. Projektová prováděcí dokumentace bude obsahovat: Technickou zprávu, Technicko-obchodní specifikaci, liniové schéma zapojení a Protokol o prostředí.
3. Vytvořte program pro PLC automat ve vývojovém prostředí Detstudio, předveditelný na školní pomůcce AMit Amini2D.
4. Vytvořte vizualizaci na PC prostřednictvím servisního programu pro ladění aplikací.
5. Realizujte komunikaci mezi řídicím systémem PLC Amini2D a PC, prostřednictvím komunikačního protokolu TCP/IPv4.
6. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.


Doporučená literatura:

- [1] ŠMEJKAL, Ladislav. *PLC a automatizace*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2005, 207 s. ISBN 80-730-0087-3.
- [2] AMIT, SPOL. S R. O. *WiewDet: Návod na obsluhu* [online]. 2008 [cit. 2015-06-23]. Dostupné z: www.amit.cz.


Vedoucí práce: Ing. Václav Šedivý, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí
Odborný konzultant práce: Ing. Jindřich Šťastný, Elmont – Tábor, s.r.o., Tábor
Oponent práce: Bc. Miroslav Hospodářský, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí

Datum zadání absolventské práce: **1. 9. 2015**

Datum odevzdání absolventské práce: **6. 5. 2016**


.....
Ing. Václav Šedivý
(vedoucí práce)





.....
Ing. František Kamlach
(ředitel školy)

Prohlášení

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

V Sezimově Ústí dne 6.5.2016



podpis

Poděkování

Mé poděkování patří Ing. Václavu Šedivému za cenné rady a připomínky, které mi mnohokrát ulehčily práci. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Jiřímu Roubalovi, Ph.D. za vstřícnost při formátování práce. V neposlední řadě děkuji své rodině za podporu a ohleduplnost.

Anotace

Absolventská práce se zabývá projektovou prováděcí dokumentací a řízení vzduchotechniky v Domě služeb Sázava. Práce obsahuje řídicí program vytvořený ve vývojovém prostředí DetStudio pro programovatelný automat AMiNi2D od společnosti AMiT. Práce dále obsahuje vizualizaci prostřednictvím servisního programu pro ladění aplikací ViewDet. Potřebná prováděcí dokumentace se nachází v příloze.

Klíčová slova: řízení vzduchotechniky, programovatelný automat, Technická zpráva, Technicko-obchodní specifikce, Protokol o prostředí, liniové schéma, vizualizace, komunikace

Annotation

This graduate thesis deals with the creation of the project implementing documentation and the measuring and regulation for the Service centre Sázava. This task includes the control program created in the development environment DetStudio for programmable logic controller AMiNi2D by AMiT corporation. This work includes the visualisation of the program via service program for tuning of application ViewDet. Necessary implementing documentation is inserted in annex

Key words: the control of ventilation, Programmable Logic Controller, Technical report, Technical and commercial specifications, Environment protocol, circuit diagram, visualization, communication

Obsah

Seznam použitých symbolů	vii
Seznam obrázků	viii
1 Úvod	1
2 Seznámení s VZT a PLC	3
3 Analýza dokumentace	6
3.1 Technická zpráva	6
3.2 Technicko-obchodní specifikace	7
3.3 Protokol o prostředí	7
3.4 Liniové schéma zapojení	8
4 Řídicí program	9
4.1 Komunikace	9
4.2 Popis programu	9
4.3 Procesy	10
4.4 Podprogramy	15
4.5 Obrazovky	16
5 Vizualizace	17
5.1 Malá vizualizace	17
5.2 Velká vizualizace	18
6 Závěr	19
Literatura	20
A Obsah přiloženého CD/DVD	I

B	Použitý software	II
C	Časový plán absolventské práce	III

Seznam použitých zkratek

Symbol	Význam
AI	Analogový vstup; Analog input
ASCII	Sada znaků; American Standard Code for Information Interchange
AO	Analogový výstup; Analog output
DI	Digitální vstup; Digital input
DO	Digitální výstup; Digital output
IP	Stupeň ochrany používaný u elektrických přístrojů
LED	Dioda emitující světlo; Light Emitting Diode
MaR	Měření a regulace
PLC	Programovatelný automat; Programmable Logic Controller
TV	Topná voda
VZT	Vzduchotechnika

Seznam obrázků

1.1	Jednotka VZT ¹	1
2.1	Pohled do jednotky VZT ²	4
2.2	Školní pomůcka s PLC	5
3.1	Technicko-obchodní specifikace	7
3.2	Liniové schéma zapojení	8
4.1	Proces přenos	12
4.2	Obrazovka poruchy	16
5.1	Malá vizualizace panelu	17
5.2	Vizualizace ViewDet	18

Kapitola 1

Úvod

Každý člověk na této planetě potřebuje k životu vzduch. Jak je obecně známo, pokud jsou venku ideální podmínky pro dýchání, člověk se cítí svěžejší a plný energie. Naopak každý na sobě pocítí, když tyto podmínky nejsou zrovna příznivé.

Z výše uvedeného vycházejí tyto otázky. Jak je to se vzduchem uvnitř budovy? K výměně vydýchaného vzduchu za čerstvý je třeba otevřít okno. A zde se může dostavit problém. Zatopil právě soused v kamnech? Je venku zima nebo příliš horko? Trpí někdo v rodině alergií? Je v bytě průvan? Máte problémy s vlhkostí? Nebo vás nebaví každý týden utírat prach?

Právě tyto problémy vyřeší kvalitní vzduchotechnika, která je dnes již standardem v každém objektu, kde je zvýšený počet lidí. Obecně je dáno, že téma vzduchotechnika (GEBAUER, G. et al., 2005) je velmi aktuální, značně využívané a z hlediska automatizace velice zajímavé. Právě proto se práce zaměřuje na Projektovou prováděcí dokumentaci, Měření a regulaci, a to konkrétně v Domu služeb Sázava.

Podkladem pro tuto absolventskou práci jsou ideové dokumenty pro stavební rozhodnutí v souladu s požadavky investora a konzultace s technickými pracovníky firmy ELMONT Tábor s. r. o.

Cílem absolventské práce je vytvořit technickou dokumentaci pro realizaci stavby, především Technickou zprávu, Technicko-obchodní specifikaci, liniové schéma zapojení a Protokol o prostředí. Nedílnou součástí absolventské práce je vyhotovení a odladění



Obrázek 1.1: Jednotka VZT¹

¹Obrázek převzat z <http://www.phtrade.cz/>.

aplikačního řídicího programu pro PLC, který je vytvořený ve vývojovém prostředí Det-Studio a předveditelný na školní pomůcce AMiT AMiNi2D. Program je rozšířen o vizualizaci na PC prostřednictvím servisního programu pro ladění aplikací ViewDet. Komunikace mezi PC a řídicím systémem PLC je zajištěna pomocí komunikačního protokolu TCP/IPv4. Struktura této práce, která je napsána $\text{\LaTeX}2_{\epsilon}$ ² (SCHENK, C., 2009), je následující.

V kapitole 2 se nachází popis, princip a funkce vzduchotechniky a další potřebné informace, které jsou důležité k jejímu řízení. V kapitole 3 jsou uvedeny jednotlivé vzory dokumentů. Samotná dokumentace je uvedena v příloze na CD. V nejrozsáhlejší kapitole č. 4 je popsána komunikace mezi přístroji, krátké seznámení s vývojovým prostředím a především je zde důkladně rozepsán program, který zajišťuje ideální chod vzduchotechnické jednotky. Kapitola 5 se zaměřuje na vizualizaci, což je nezbytnou součástí této práce. V kapitole 6 se nachází závěr práce, ve kterém jsou mimo jiné nastíněny některé problémy ke kterým v průběhu práce došlo.

² $\text{\LaTeX}2_{\epsilon}$ je rozšíření systému \LaTeX , což je kolekce maker pro \TeX . \TeX je ochranná známka American Mathematical Society.

Kapitola 2

Seznámení s VZT a PLC

VZT

Základní funkcí VZT je větrání (neboli výměna vzduchu), topení a chlazení daného prostoru. Při pouhé výměně vzduchu, kdy dochází k vyrovnávání teploty žádané a skutečné by však docházelo k značným únikům tepla z budovy prostřednictvím VZT. Proto se v tomto oboru využívá zpětné získávání tepla pomocí rekuperace. Základními typy rekuperace jsou:

- jednoduché rekuperátory (deskové výměníky, trubkové výměníky),
- rekuperátory s pomocnou kapalinou (kapalinové okruhy, tepelné trubice),
- regenerační rekuperátory (rotační výměníky, přepínací výměníky).

Tato práce se věnuje rekuperační metodě viz bod č. 1, kdy je použit deskový výměník s obtokovou klapkou tzv. bypass. Deskový výměník je sám o sobě neustále v činnosti, při které probíhá výměna vzduchu. Pro lepší regulaci a efektivnější využití se používá již zmiňovaný bypass, a to prostřednictvím PID regulátoru.

To znamená, že pokud se teplota přiváděného vzduchu blíží k požadované vnitřní teplotě více než k teplotě vzduchu odvětrávaného, tak klapka zařídí průchod vzduchu mimo rekuperační výměník. Jednotka se tedy vlastně odpojí od rekuperace a pouze větrá. Tuto funkci lze ocenit zejména v létě, kdy se v noci do vyhřátého domu přivádí chladný venkovní vzduch. Dále může nastat situace, kdy je venku chladno a je potřeba vzduch dohřát, aby dosáhl optimální teploty (VALTER, J., 2011). V tomto případě je tento jev řešený prostřednictvím popisovaného bypassu.

Proudění vzduchu v jednotce zajišťuje dvojice motorů (ventilátorů) pro odťah a sání. Výkon těchto motorů je samozřejmě regulovatelný.

Neméně důležitou součástí vzduchotechniky jsou požární klapky. Nejčastěji je ovládání těchto klapek připojené na kouřový detektor, kdy při zaznamenání požáru dojde k automatickému uzavření a tím i ke kompletnímu odstavení komplexu.

V jednotce je řešeno i hlídání stavu proti poškození. Do vstupů jednotlivých větví je přidán filtr, který zachytí veškeré nasáté nečistoty. Zanesení těchto filtrů je hlídáno diferenčními snímači tlaku. Dle rozdílu diference snímačů před a za filtrem je možné rozpoznat jak je filtr zanesený. Dalším hlídaným stavem je mraz. Mrazová ochrana je u vzduchotechnik řešena různě. Někdy je tento problém řešen pomocí kapilárového termostatu na přímé rozmrazení, jinde zase pouhým měřením teploty (například zpátečky topné vody), kdy v případě námrazy dochází pouze k vnitřní cirkulaci a odpojuje se větev nasávání. Dohřívání či ochlazování vzduchu se řeší mnoha způsoby. Příklady dohřívání jsou:

- výměník nízkotlaké páry,
- výměník topné vody,
- plynový hořák,
- elektrický ohříváč.

Při ochlazování je nejčastěji používáno chlazení:

- užitkovou vodou,
- větráním,
- chladícím agregátem.

Ve vzduchotechnikách vybavených účinným dochlazováním je ve větší míře řešena i vlhkost vzduchu.

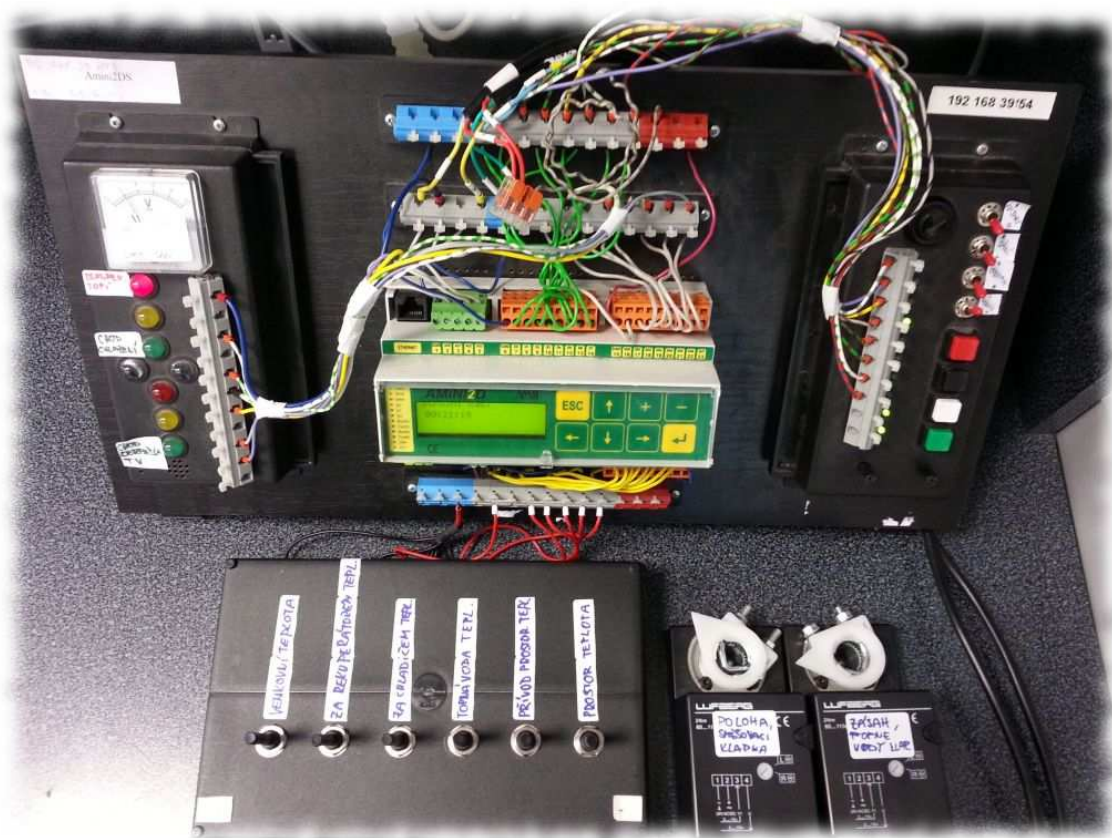


Obrázek 2.1: Pohled do jednotky VZT¹

¹Obrázek převzat z <http://www.jomafousek.cz/>.

PLC

Pro funkci vzduchotechniky jsou nasazovány řídicí systémy. Na trhu lze nalézt nespočet výrobců těchto systémů. Pro účely této práce postačil starší model od společnosti AMiT s označením AMiNi2D, který je společně s přidáním panelem využíván jako školní pomůcka. Detailní popis PLC se všemi potřebnými náležitostmi je obsažen v příloze na CD.



Obrázek 2.2: Školní pomůcka s PLC

Kapitola 3

Analýza dokumentace

Tato kapitola je zaměřena na technickou dokumentaci, podle které by mělo být možné připravit projekt k realizaci. V dokumentaci se nacházejí i drobné odchylky od skutečnosti, které by v případě skutečné realizace měly být projednány s investorem. Dokumentace toho projektu je obsažena v sekci přílohy.

3.1 Technická zpráva

Technická zpráva obsahuje rozsah projektu, v němž je zahrnuto co projekt řeší a čím se nezabývá. Dále údaje o provozních podmínkách, například jaké budou použity napěťové soustavy a jak je řešena ochrana před nebezpečným dotykem. Informace o úbytcích napětí, údaje o prostředí viz Protokol o prostředí a dané předpisy a normy.

Dalším bodem bývá všeobecný popis a rozpis označování v projektové dokumentaci např.: barevné značení vodičů a podobně.

Poté navazuje bod s názvem Charakteristika zařízení, ve kterém se uvádí provedení rozvaděčů (skříňové provedení, krytí apod.), nasazený řídicí systém (typ programovatelného automatu, jeho vstupy a výstupy, napájení a podobně), napájecí a ovládací napětí, poruchová signalizace, způsob komunikace řídicího systému, popis funkce systému, předepsané kabely a vodiče a kabelové trasy.

Dále se v Technické zprávě řeší bezpečnost a ochrana osob a požární ochrana. Závěrem je uvedena legislativa pro instalaci, bezpečnost práce a podobně.

3.2 Technicko-obchodní specifikace

V následující kapitole jsou uvedena potřebná zařízení na realizaci technologie, která by měla korespondovat s technickým výkresem.

V Technicko-obchodní specifikaci by neměl chybět i kusovník, popřípadě detaily či podmínky k zařízení. Na základě požadavku investora bývá velmi často Technicko-obchodní specifikace oceněna.

Produkt	Množství	Výrobce	Typ	Cena (Kč jedn.)	Množství	Cena celkem
Rozváděč oceloplechový; 2000 x 600 x 300	1 kpl	Schneider		14766,34	1	14 766,34 Kč
Kabel CYKY-J 3x1,5 C	20m	OEM		10,61	20	212,20 Kč
Kabel CYKY-J 4x4 B	10m	nkt cables		40	10	400,00 Kč
Kabel CYKY-J 5x1,5 C	20m	nkt cables		17,43	20	348,60 Kč
Kabel CYKY-J 7x1,5 C	40m	nkt cables		26,68	40	1 067,20 Kč
Kabel JYTY-O 2x1	120m			7,66	120	919,20 Kč
Kabel JYTY-O 4x1	100m			11,93	100	1 193,00 Kč
Kabel JYTY-O 7x1	20m			19,69	20	393,80 Kč
Snímač teploty Ni 1000; stonkový	3ks	Sensit		666	3	1 998,00 Kč
Snímač teploty Ni 1000; exteriérový IP67	2ks	Sensit		240	2	480,00 Kč
PO čidlo ; mrazová ochrana do komplexu VZT	1ks	MULTI VAC		4644	1	4 644,00 Kč
Cena celkem bez DPH						26 422,34 Kč
Cena celkem s DPH (21%)						31 971,03 Kč

Obrázek 3.1: Technicko-obchodní specifikace

3.3 Protokol o prostředí

Určení vnějších vlivů vypracovává odborná komise, která je tvořena předsedou (nejlépe hlavním inženýrem projektu) a členy zastupující jednotlivé obory: projektant části elektro, specialista požární bezpečnosti, projektant zdravotní techniky, projektant vzduchotechniky a další člen dle určení investora.

Protokol dále obsahuje název objektu, podklady pro vypracování protokolu (př.: vyjádření specialistů), popis objektu, rozhodnutí, zdůvodnění a závěr.

Rozhodnutí na základě podkladů: účel místnosti a popis místnosti. Prostředí s povahou: teplota okolí, atmosférické podmínky v okolí, nadmořská výška, výskyt vody, výskyt cizích pevných těles, výskyt korozivních nebo znečišťujících látek, ráz, vibrace, výskyt rostlinstva nebo plísní, výskyt živočichů, elektromagnetická a elektrostatická nebo ionizující působení, sluneční záření, seismické účinky, bouřková činnost, pohyb vzduchu.

Využití s povahou: schopnost osob, dotyk osob s potenciálem země, podmínky úniku v případě nebezpečí, povaha zpracovávaných nebo skladovaných látek. Konstrukce budovy s povahou: stavební materiály, konstrukce budovy.

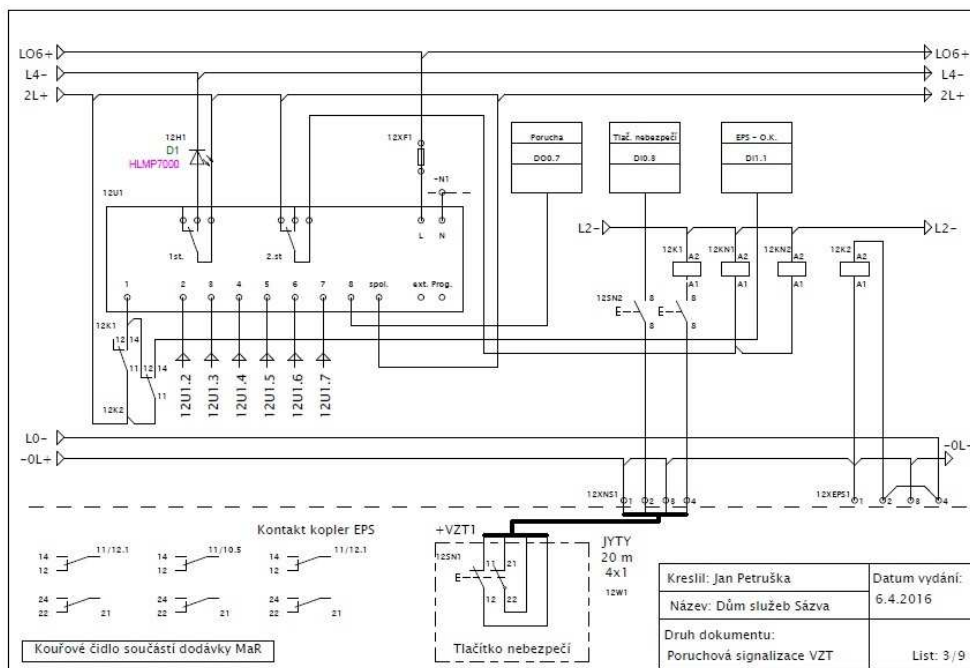
Dle těchto kritérií se volí i způsob ochrany před elektrickým proudem s označením krytí IP. Na podkladě určení vnějších vlivů pro potřeby posouzení nebezpečí úrazu elektrickým proudem členíme prostory na normální, nebezpečné a zvláště nebezpečné.

3.4 Liniové schéma zapojení

Liniové schéma zobrazuje zapojení části elektro a je vypracováno projektantem s příslušným oprávněním. Na základě znalostí funkce příslušné technologie, požadavků od odborných profesí a elektrotechnických znalostí je vypracováno liniové schéma zapojení. Liniové schéma zapojení obsahuje především typy a hodnoty spínacích a jisticích prvků jističe, proudové chrániče, stykače a relé. Liniové schéma neřeší vnitřní obvodové zapojení vyšších technologických celků, jako jsou PLC, frekvenční měniče a pod. Ty jsou řešeny jako tzv. blackbox.

Liniové schéma je vždy navrženo v souladu s platnou ČS legislativou a příslušnými oborovými normami. Liniové schéma se tvoří vždy přehledně, se znalostí věci, a to tak, aby bylo podle něho možno vyhledávat poruchy, popř. celé dílo doplňovat a rozšiřovat.

Liniové schéma se tiskne minimálně ve čtyřech parách, z nichž dle stavebního zákona musí být minimálně jedno uloženo v dosahu příslušné technologie.



Obrázek 3.2: Liniové schéma zapojení

Kapitola 4

Řídicí program

Prostředí DetStudio a servisní program pro ladění aplikací ViewDet nejsou v této práci blíže popisovány. Jejich detailnější popis a návod na obsluhu je uveden ve formě PDF na příloženém CD. Materiály jsou v původním nezměněném znění, tak jak je poskytuje společnost AMiT. (*Návrhová prostředí pro tvorbu aplikací* [online], 2016), (*Servisní programy* [online], 2015)

4.1 Komunikace

Realizace komunikace je řešena prostřednictvím protokolu TCP/IPv4. Komunikace je realizovatelná pomocí sériového komunikačního kanálu RS232, RS485 s galvanickým oddělením, nebo ethernetového portu s konektorem RJ-45. V této práci je využit poslední zmiňovaný ethernetový port s rychlostí až 10Mbps. (*Podpora komunikací* [online], 2016)

4.2 Popis programu

Detstudio je systém pro tvorbu aplikačních programů řídicích systémů. Do tohoto systému se zapisují data následujícím způsobem.

- Proměnná je definována jménem (jedinečné jméno), typem (Integer, Long, Float, Matrix Integer, Matrix Long, Matrix Float), WIDem (přístup k proměnné, jedinečné číslo nastavováno automaticky), Init (pole pro zadání inicializační hodnoty)

proměnné), stanice (číslo řídicího systému), komentář, warm (příznak inicializace při startu).

- Alias rozděluje celočíselný typ na jednotlivé bity a to Integer na 0 až 15 bitů, nebo Long na 0 až 31 bitů. Tento bit má své jméno a to je zapsáno ve tvaru @jmenobitu.
- IO konfigurace je seznam s kanály. Prvním z nich je fyzický kanál (skupina signálů, je fyzicky dostupná na řídicím systému). Druhým z nich je logický kanál (virtuální kanál, kde k fyzickému můžeme přiřadit další logické, např.: vstup pro čidla Ni1000).

4.3 Procesy

Činnost systému probíhá sekvenčně, je rozdělena do tzv. procesů. (proces probíhá relativně, samostatně a nezávisle na ostatních, příklad: jeden proces = jeden funkční celek).

Proces ČAS

Prvním procesem v pořadí je časový program sloužící ke správnému načasování, vypínání a zapínání komplexu vzduchotechniky.

Popis programu: Program načítá data z matice o velikosti 8x1, ve které jsou pomocí příkazu GetTime uložena z času nastaveného na přístroji PLC. Označení této proměnné je: POL-CAS, tedy položkový čas. Každý řádek ve zmiňované matici má své označení:

řádek 0 sekundy

řádek 1 minuty

řádek 2 hodiny

řádek 3 den v měsíci

řádek 4 měsíc

řádek 5 rok

řádek 6 den v týdnu

řádek 7 den v roce

Z této matice nyní vybereme 6. řádek a uložíme jej do aliasu @pondělí. Nyní víme, že když 6. řádek v matici má hodnotu 1 je pondělí. Tímto způsobem jsou ošetřeny i zbylé dny v týdnu.

Dalším krokem je zapnutí vzduchotechniky v daný čas. Nyní je vybrán 2. řádek z matice a je porovnán s číslem 7 což je požadovaná hodina sepnutí vzduchotechniky. Je-li hodnota řádku vyšší nebo rovna 7 je do aliasu @po_od (pondělí od kdy) uložena hodnota 1. Na stejném principu porovnávání je řešeno i vypínání komplexu. Nastane-li 17. hodina do aliasu @po_do (pondělí do kdy) se zapíše bit s hodnotou 1, který je ve výsledném zapojení negován. Poté je bit poslán do modulu CALC nebo CALN, který na základě hodnoty vyvolá podprogram Teplota_komf, nebo podprogram Teplota_utl. Při vyvolání podprogramu Teplota_komf se do proměnné TEPLOTA_ZAKL uloží hodnota 60, při vyvolání podprogramu Teplota_utl se do proměnné uloží hodnota 45.

Proces PORUCHY

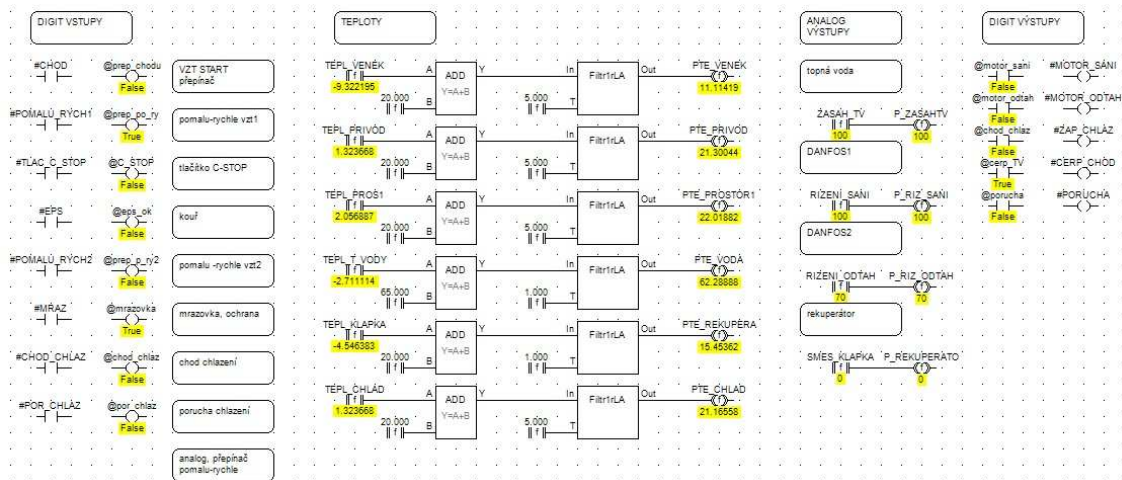
V procesu poruchy se načítají jednotlivé bity a poté se ukládají do logických kanálů. Jedná se o následující položky: @por_chlaz do POR_CHLAZENI.0, dále @mrazovka do POR_MRAZ.0, @eps_ok do POR_EPS.0, C-STOP do POR_C_STOP.0.

Proces PŘENOS

Proces přenos je opticky rozdělen do sloupců na digitální vstupy, teploty, analogové výstupy a digitální výstupy. Ve sloupci digitální vstupy se načítají jednotlivé bity a ukládají se do aliasů.

Ve sloupci teplot se načítají proměnné typu float a pomocí modulu ADD se přičte korekční hodnota. Dále je celková hodnota odeslána do modulu Filtr1rLA, kde je přičtena časová konstanta, za kterou výstup dosáhne 63% hodnoty vstupu při odezvě na skok výstupu. Poté se tato hodnota uloží do proměnné.

Ve sloupci analogových výstupů se taktéž načítají hodnoty typu float a ukládají se do příslušných proměnných. Posledním sloupcem v procesu přenosu jsou digitální výstupy, kde se načítají aliasy a ukládají do proměnných.



Obrázek 4.1: Proces přenos

Proces VYPOCET_TE

V procesu výpočtu teploty se nachází dvě větve. První z nich zajišťuje topení rekuperátorem, kdy hlavní roli hraje proměnná PTE_PROSTOR1 tedy teplota prostoru uvnitř budovy. Tato teplota je porovnávána s hodnotou 21 modulem LE (menší nebo rovno) a také hodnotou 22 modulem GE (větší nebo rovno), kdy o konečném výsledku topit či netopit rozhodne RS klopný obvod s dominantním resetem. Když se na výstupu objeví bit s hodnotou 1, je pomocí zmiňovaného modulu CALC zahájen podprogram TOPIT_VZT. Aktuální stav je uložen do aliasu @topitrek.

Druhá větev chlazení funguje na obdobném principu pouze s rozdílem teplot. Je-li porovnávaná hodnota více nebo rovno než 25 otevírá se podprogram CHLADIT_VZT. Je-li hodnota 24 a méně, neděje se žádná akce. Aktuální stav je uložen do aliasu @chod_chlaz.

Proces VYPOCET_TV

Ve výpočtu topné vody se také nacházejí dvě větve. V první větvi s názvem Výpočet pro topnou vodu z venkovní teploty je prvním načteným parametrem již zmiňovaná proměnná TEPLOTA_ZAKL, ke které je připočtena proměnná KOR_TV (korekce topné vody) pomocí modulu ADD. Další roli v 1. větvi hraje proměnná PTE_VENEK (venkovní teplota po korekci), od které je odečtena modulem SUB hodnota 1,8. Dalším krokem je rozdíl obou částí 1. větve. Výsledná hodnota je uložena do proměnné TV_POZADOVAN (požadovaná topná voda). V druhé větvi je porovnávána proměnná PTE_VENEK po-

mocí modulu LE (menší nebo rovno) s hodnotou 19 a pomocí modulu GE (větší nebo rovno) s hodnotou 20 a následně jsou výsledky porovnávání poslány do modulu RS_ LA. Konečná hodnota je uložena do aliasu @cerp_TV.

Proces VZT_CHOD

Hned na začátku procesu se nachází několik za sebou jdoucích proměnných. Jejich úkolem je v prvotní řadě zabránit nežádoucímu sepnutí vzduchotechniky. První z nich je @C_STOP. Jeho hodnota je z prostých bezpečnostních důvodů negována tak, aby vždy při stavu O.K. byl načten bit s číslem 1 (true) na výstupu. Hodnota tohoto aliasu se změní na 0 (false) při stisku tlačítka central stop na panelu (na školní pomůcce tlačítko červené barvy). Na stejném principu funguje i následující alias @eps_ok (na školní pomůcce tlačítko černé barvy).

Další podmínkou v řadě ke spuštění komplexu VZT je mrazová ochrana s názvem @mrazovka. V našem případě pro simulaci je její vstup řešen přepínačem na panelu pomůcky (v horní poloze sepnuto a v dolní poloze rozepnuto). Stejným způsobem je řešený i další alias @prep_chodu, který je i poslední podmínkou ke spuštění jednotky (zapnutí a vypnutí vzduchotechniky).

Po vykonání všech za sebou jdoucích podmínek false/false/true/true nabývá výstupní hodnota 1 a je uložena do aliasů @motor_sani a @motor_odtah. Tím pádem nic nebrání rozběhu motoru sání a odtahu. Další funkcí je přepínání rychlosti chodu odtahu a sání. Vstupním bitem je zde alias @prep_po_ry. Ten je propojen s přepínačem na panelu. Při horní poloze přepínače je pomocí modulu SELF přiřazena hodnota 70, při spodní poloze přepínače je přiřazena hodnota 100. Obě tyto hodnoty jsou uváděny v procentech. Hodnota se poté uloží do proměnné RIZENI_SANI.

Stejný princip je používán i u motoru sání, kdy vstupním bitem je alias @prep_po_ry2 a výstupní proměnná je RIZENI_ODTAH.

Proces TEXT

Tento proces je vytvořen především kvůli sesterskému programu ViewDet. Jedná se o zápis do řádkové matice. V procesu se přiřazují do jednotlivých pozic pomocí příkazu let matici čísla, které mají podle tabulky ASCII přiřazené nějaké písmeno. Při přiřazení více písmen za sebou lze tedy napsat souvislý text. V tomto případě se jedná o text O.K. a v druhém případě K.O.

A nyní se pomocí příkazu `if` a jeho nabyté hodnotě rozhoduje, jaký řetězec bude v programu `ViewDet` proměnné zobrazen.

```
If @cerp\_TV

//zápis ok
let ZOBRAZ\_TEXT[0,0] = 79
let ZOBRAZ\_TEXT[0,1] = 46
let ZOBRAZ\_TEXT[0,2] = 75
let ZOBRAZ\_TEXT[0,3] = 46

else

//zápis ko
let ZOBRAZ\_TEXT[0,0] = 75
let ZOBRAZ\_TEXT[0,1] = 46
let ZOBRAZ\_TEXT[0,2] = 79
let ZOBRAZ\_TEXT[0,3]= 46

EndIf
```

Totožným způsobem jsou vyobrazeny i ostatní řetězce.

Proces PROC00

První položkou v procesu je PID regulace topné vody s následujícím zápisem: `PID_TV_POZADOVAN`, `PTE_VODA`, `ZASAH_TV`, `MODE_TV`, `PARAM_TV`. (Detailnější vysvětlení jednotlivých položek zápisu je uvedeno níže v sekci podprogramy.) Druhou položkou jsou analogové výstupy. V následujících příkazech je využíván modul `AnOut`, který zapisuje hodnoty do AO kanálu převodem z fyzikální veličiny. Jako příklad je uveden první příkaz: `AnOut #VENTIL_TV(kanál), ZASAH_TV` (hodnota ve fyzikálních jednotkách), 10.000 (měřicí rozsah v elektrických jednotkách), 2.0000 (dolní mez signálu v el.j.), 10.00 (horní mez signálu v el.j.), 0.000 (dolní mez signálu ve fyz.j.), 100.000 (horní mez signálu ve fyz.j.).

Stejným způsobem i se stejnými hodnotami je zapsán převod dalšího výstupu s pouhou změnou proměnných: `#KLAPKA,ZASAH_VZT`.

Totožným způsobem je zapsán 3. a 4. výstup s proměnnými `#R_SANI`, `RIZENI_SANI` a `#R_ODTAH`, `RIZENI_ODTAH`. Zde nastávají změny v nastavení dolní meze v elektrických jednotkách z hodnoty 2 na hodnotu 0.

Proces NIKLY

Tento proces je psaný v jazyce ST. Použitý modul Ni1000 čte analogový údaj z logického kanálu AI a přepočítává jej na teplotu simulovanou potenciometrem. Tento proces má oproti ostatním procesům delší periodu snímání, a to na 3 sekundy, jelikož měření teploty nevyžaduje tak časté čtení dat.

Po zvolení modulu následuje přiřazený kanál za symbolem #. Dále se přiřazuje vstupní proměnná a nakonec citlivost snímače. Více informací je k nahlédnutí v knihovně PseDet.

```
//teploty
Ni1000 \#TE\_VENEK, TEPL\_VENEK, 6180
Ni1000 \#TE\_PRIVOD, TEPL\_PRIVOD, 6180
Ni1000 \#TE\_PROSTOR, TEPL\_PROS1, 6180
Ni1000 \#TE\_T\_VODY, TEPL\_T\_VODY, 6180
Ni1000 \#TE\_KLAP, TEPL\_KLAPKA, 6180
Ni1000 \#TE\_CHLAD, TEPL\_CHLAD, 6180
```

4.4 Podprogramy

První podprogram nese název CHLADIT_VZT. Přiřazovacím příkazem let je do proměnné POZ_TEPL_VZT zadána hodnota 20. Ta se projevuje v dalším příkazu PID, jejíž parametry jsou: POZ_TEPL_VZT (proměnná s žádanou hodnotou, na kterou se reguluje), PTE_REKUPERA (proměnná s měřenou hodnotou, která se reguluje), ZASAH_VZT (proměnná, do níž zapisuje regulátor hodnotu akčního zásahu), MODE_TV_R (režim činnosti regulátoru), PARAM_TV_R (matice o rozměru 8x1 s parametry regulátoru). Parametry regulátoru jsou nastavené dle doporučení.

Druhý podprogram TOPIT_VZT je zapsán shodně pouze s rozdílem přiřazení jiných proměnných a hodnot. Kdy POZ_TEPL_VZT = 28 a v PID je zapsáno POZ_TEPL_VZT, PTE_REKUPERA, ZASAH_VZT, MODE_TV_R, PARAM_TV_R.

4.5 Obrazovky

Obrazovky v této práci obsahují:

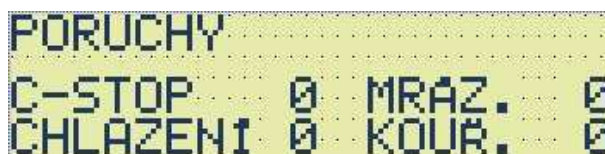
- DateTimeView- zobrazení času ve formátu HH:MM:SS
(Touto funkcí je řešena obrazovka REAL_CAS, která ukazuje strojní čas přístroje.)
- Label- popisek zobrazované funkce
- NumericView- zobrazení hodnoty
- NumericUpDn- ruční změna hodnoty proměnné, načtené z panelu PLC

Obrazovka KOREKCE_TOPENI

První obrazovkou v pořadí je korekce topení, jejíž label nese text Korekce topení TV. V této obrazovce je možnost změnit hodnotu proměnné KOR_TV a to od -5 do 5.

Obrazovka PORUCHY

Na další obrazovce s názvem PORUCHY se nachází labely s proměnnými: C-STOP = POR_C_STOP, MRÁZ = POR_MRAZ, CHLAZENÍ = POR_CHLAZENI, KOUŘ = POR_EPS. Při stavu neseprnuto mají proměnné hodnotu 0.



```
PORUCHY
-----
C-STOP  0  MRAZ.  0
CHLAZENI 0  KOUR.  0
```

Obrázek 4.2: Obrazovka poruchy

Obrazovka TEPLoty

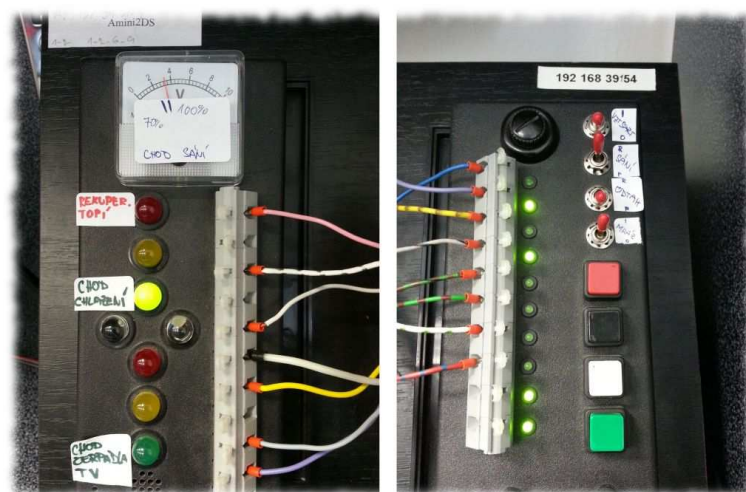
Na této obrazovce jsou vyobrazeny 4 teploty: TEPL. VENKOVNÍ = PTE_VENEK, TEPL. PROSTOR = PTE_PROSTOR1, TEPL. REKUPER = PTE_REKUPERA, TEPL. CHLADIČ = PTE_CHLAD.

Kapitola 5

Vizualizace

5.1 Malá vizualizace

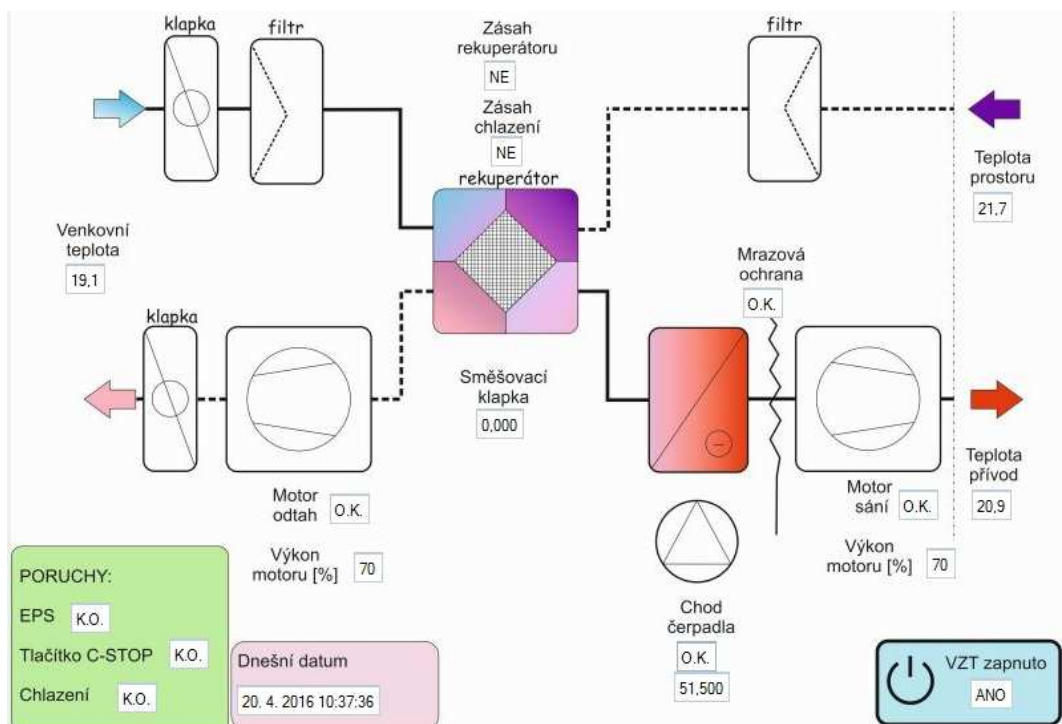
Malá vizualizace je zde řešena displejem samotného automatu. Jednotlivé obrazovky jsou popsány v sekci Program. Dále jsou připojeny jednotlivé barevné diody, které signalizují digitální outputy z PLC. V případě této práce je zapojeno celkem 5 diod. Jako první shora se jedná o diodu červené barvy, kde je simulován zásah rekuperátoru. LED zelené barvy zobrazuje chod chlazení. Dále jsou zde zapojeny dvě diody, které jsou ve- stavěny vedle sebe a mají bílou a modrou barvu. Tyto LED diody znázorňují chod sání a odtahu motoru. Jako poslední je zapojena spodní zelená dioda, která simuluje chod čerpadla topné vody. Školní pomůcka dále obsahuje voltmetr, na kterém je simulována procentuální výkonnost sání motoru.



Obrázek 5.1: Malá vizualizace panelu

5.2 Velká vizualizace

Velká vizualizace je řešena pomocí programu ViewDet, jež je servisní nástroj, který doplňuje a rozšiřuje návrhové prostředí DetStudio. Zajišťuje sledování, ladění a nastavení aplikace v řídicím systému. Program lze využít i pro základní vizualizaci. Do nástroje ViewDet je vytvořeno pozadí ve vektorovém editoru s názvem Corel Draw X5. Vlastní popis obrazovky: Uprostřed obrazovky se nachází rekuperátor. Zleva do rekuperátoru vstupuje (studený) vzduch označený světle modrou šipkou. Vzduch poté prochází klapkou a filtrem až do samotného rekuperátoru, kde přebírá tepelnou energii, která je přiváděna z prostoru. Tím pádem se studený vzduch přivedený z venku přehřeje. K samotnému ohřívání vzduchu dochází pomocí výměníku, kterému předává energii topná voda. Poté již vzduch vstupuje do místnosti. Zpětný odtah z místnosti prochází filtrem a jak již bylo zmíněno, prochází i rekuperátorem. Z rekuperátoru ven je odváděn už jen vzduch, který nestihl předat svou energii vstupnímu vzduchu. Na obrázku se dále nachází i zeleně podbarvený panel poruch.



Obrázek 5.2: Vizualizace ViewDet

V růžově podbarveném panelu se nachází aktuální datum a čas nahraný v přístroji. V pravém dolním rohu je vyobrazen panel, který ukazuje, v jakém stavu vzduchotechnika aktuálně je.

Kapitola 6

Závěr

Absolventská práce přinesla mnoho cenných poznatků. Vytyčené cíle práce byly splněny v plném rozsahu. Idea předvést funkční program pomocí školní pomůcky ve formě výukového panelu s malou vizualizací a následně velkou vizualizací na obrazovku PC byla naplněna. Dá se říci, že díky všem vypracovaným položkám je možné s drobnými úpravami projekt použít pro Dům služeb Sázava, dle vyjádření šéfmontéra realizační firmy MaR.

Prvotní rozvržení programu bylo navrženo na papír, kde došlo k rozdělení celkové funkce do jednotlivých procesů. Další fází bylo přiřazení fyzických vstupů a výstupů na řídicí systém a výukový panel. Následovala tvorba jednotlivých procesů, kde byly vytvářeny i nové proměnné, aliasy a kanály. Odzkoušení funkčnosti procesů probíhalo vždy bezprostředně po naprogramování. Po vytvoření funkčního celku byla provedena tvorba základní vizualizace na obrazovku PLC. Dále i velká vizualizace na obrazovku PC, při níž došlo i k částečnému odladění programu.

V práci bylo třeba překonat některé překážky. Jednou z překážek může bylo načítání simulovaných hodnot do PLC. Při prvotní zkoušce byly využity potenciometry s doporučenou hodnotou odporu. Ke kompletní simulaci však bylo zapotřebí větší množství potenciometrů. Avšak z ekonomického hlediska byl problém přezkoumán a následně vyřešen použitím již zakoupených potenciometrů s nevyhovujícím odporem. Tato skutečnost byla řešitelná programovým odladěním pomocí konstantní korekce a filtrace.

Při tvorbě programu bylo především využíváno rad pana Ing. Václava Šedivého, dále také spolužáků z VOŠ a v neposlední řadě supportu společnosti AMiT s. r. o.

Literatura

GEBAUER, G., HORKÁ, H. A RUBINOVÁ, O. (2005), *Vzduchotechnika*, Brno: Vydavatelství Era. ISBN 80-7366-027-X.

Návrhová prostředí pro tvorbu aplikací [online] (2016). [cit. 2016-04-30], [⟨http://www.amit.cz/⟩](http://www.amit.cz/).

Podpora komunikací [online] (2016). [cit. 2016-04-30], [⟨http://www.amit.cz/⟩](http://www.amit.cz/).

SCHENK, C. (2009), MiKTeX [online]. [cit. 2016-04-01], [⟨http://www.miktex.org/⟩](http://www.miktex.org/).

Servisní programy [online] (2015). [cit. 2016-04-30], [⟨http://www.amit.cz/⟩](http://www.amit.cz/).

VALTER, J. (2011), TZB-info [online]. [cit. 2016-04-21], [⟨http://www.vetrani.tzb-info.cz/⟩](http://www.vetrani.tzb-info.cz/).

Příloha A

Obsah přiloženého CD/DVD

K této práci je přiloženo CD/DVD s následující adresářovou strukturou.

- Absolventská práce v \LaTeX 2 ϵ
- Liniové schéma zapojení: *liniové schéma zapojení v programu ProfiCAD*
- Manuály: *DetStudio*, *ViewDet*, *manuál řídicího systému AMiNi2D*
- Technická zpráva
- Technicko-obchodní specifikace
- Protokol o prostředí
- Program v DetStudiosu
- Vizualizace ve ViewDet: *velká vizualizace, pozadí z Corel Draw X5*
- Petruska_AP_2015_2016.pdf – absolventská práce ve formátu PDF

Příloha B

Použitý software

Corel Draw X5 \langle <http://www.coreldraw.com/> \rangle

DetStudio \langle <http://www.amit.cz/> \rangle

L^AT_EX 2 ϵ \langle <http://www.miktex.org/> \rangle

profiCAD \langle <http://www.proficad.cz/> \rangle

ViewDet \langle <http://www.amit.com/> \rangle

WinEdt 9.1 \langle <http://www.winedt.com/> \rangle

Software z výše uvedeného seznamu je buď volně dostupný, nebo jeho licenci toho času vlastní Vyšší odborná škola, Střední škola, Centrum odborné přípravy, Sezimovo Ústí, Budějovická 421, kde autor téhož času studoval a vytvořil tuto absolventskou práci.

Příloha C

Časový plán absolventské práce

Činnost	Časová náročnost	Termín ukončení	Splněno
popis technologie	2 týdny	1.11.2015	20.4.2015
schéma zapojení, dokumentace	měsíc	12.12.2015	12.2.2016
tvorba programu	měsíc	10.1.2016	18.4.2016
vizualizace	měsíc	5.2.2016	20.4.2016
realizace komunikace	2 týdny	22.2.2016	15.1.2016
soupis textu	3 týdny	15.3.2016	24.4.2016
AP: kompletní textová část	2 týdny	14.4.2016	4.5.2016