

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA,
CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY



ABSOLVENTSKÁ PRÁCE

Tvorba programu pro tester vodovodních
baterií

Sezimovo Ústí, 2015

Autor: Richard Matula



ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **Richard Matula**
Obor studia: 26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy
Název práce: **Tvorba programu pro tester vodovodních baterií**
Anglický název práce: **Creating a program for testing single-lever mixers**

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s průběhem testování vodovodních baterií.
2. Navrhněte PLC program pro testování vodovodních baterií.
3. Vytvořte program v programovacím jazyku zvoleného PLC.
4. Vytvořte popis tvorby programu pro tester vodovodních baterií.
5. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.

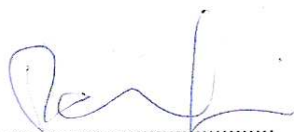
Doporučená literatura:

- [1] FOXON s.r.o. & Jaroslav Blažek, 2014. Kurz programování PLC SIEMENS SIMATIC S7-300, díl 1 [online]. Dostupné z: <http://www.foxon.cz/cs/blogs/65-kurz-programovani-plc-siemens-simatic-s7-300-dil-1.html>.
- [2] VÁCLAV JANOVSKÝ, JIŘÍ SVOBODA, LADISLAV ŠMEJKAL, *Řídicí systémy pracovních strojů a mikroprocesory*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury n.p., 1988.

Vedoucí práce: Jiří Pavlík, Ritek s.r.o., Znojmo
Odborný konzultant práce: Ing. Jiří Roubal, Ph.D., VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí
Oponent práce: Bc. Miroslav Hospodářský, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí

Datum zadání absolventské práce: **1. 9. 2014**

Datum odevzdání absolventské práce: **7. 5. 2015**


.....
Jiří Pavlík



V Sezimově Ústí dne 1. 9. 2014


.....
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 30. 7 2015

Matula
podpis

Poděkování

V tomto odstavci bych chtěl poděkovat vedoucímu absolventské práce Jiřímu Pavlíkovi za rady ohledně celého testovacího procesu bez nichž by tato práce nevznikla. Dále děkuji ing. Václavu Šedivému za rady, které ulehčily stavbu programu. Také děkuji svojí rodině a přátelům za morální podporu.

Anotace

Náplní této absolventské práce je tvorba programu pro tester vodovodních baterií. Na začátku práce jsou vysvětleny základní pojmy ohledně testovacího procesu a testování baterií. Dále je pojednáno o sledu operací a vývojovém diagramu. Na tento text navazuje tvorba programu. Dosažené výsledky jsou shrnuty na závěru práce.

Klíčová slova: Tester, řídicí systém, DetStudio, PLC, Arion.

Annotation

This thesis is aim for creating a program for testing single lever mixers. At the begining of this thesis are explained basic facts about testing process and testing mixers. The next topic is sequence of operations and the flowchart. This text follows the creation of the program. The obtained results are summarized at the end of this thesis.

Key words: Tester, control system, DetStudio, PLC, Arion.

Obsah

Seznam obrázků	ix
Seznam tabulek	xi
1 Úvod	1
2 Testování vodovodních baterií	3
2.1 Armatura	3
2.2 Testování baterií	4
2.2.1 Zkouška těsnosti armatury	4
2.2.2 Zkouška těsnosti kompletní baterie	5
2.3 Tester	5
2.4 Kopyto	6
3 Tvorba vývojového diagramu	7
3.1 Proces testování	7
3.2 Vstupy a výstupy	8
3.3 Posloupnost operací	11
3.4 Vývojový diagram	12
4 Tvorba programu	15
4.1 Aliasy	15
4.2 PLC sestava	16
4.3 Příprava řídicí sestavy	17
4.4 Příprava projektu	17
4.5 Nastavení komunikace expanzního modulu s PLC v síti Arion	17
4.6 Vstupy a výstupy	18
4.6.1 Tabulka I/O konfigurace	18

4.6.2	Analogové vstupy	18
4.6.3	Digitální vstupy a výstupy	19
4.6.3.1	Proces vstupy	19
4.6.3.2	Proces výstupy	19
4.7	Proces testování	20
4.7.1	Upnutí baterie	20
4.7.2	Vysunutí zátek	21
4.7.3	Testování komor	21
4.7.3.1	Tlakování prostorů	22
4.7.3.2	Uzavření prostorů	23
4.7.3.3	Vyhodnocení prostoru	23
4.7.3.4	Vypuštění tlaku	24
4.7.4	Ukončení programu	25
4.7.5	Zasunutí zátek	25
4.7.6	Uvolnění baterie	26
4.7.7	Koncový reset	26
4.8	Proces supervizor	26
4.9	Signalizace led diodami	28
4.10	Obrazovky	28
4.10.1	Hlavní menu	29
4.10.2	Obrazovky nápovědy	29
4.10.3	Parametry programu	30
5	Závěr	31
	Literatura	33
A	Obsah přiloženého CD/DVD	I
B	Použitý software	III
C	Časový plán absolventské práce	V
D	Tabulka podprogramů a vývojový diagram	VII

Seznam obrázků

2.1	Řez baterie	3
2.2	Řez vanové baterie	4
2.3	Tester	5
2.4	Kopito a baterie v kopitu	6
3.1	Deska s ventily a převodníky	8
4.1	Řídicí sestava	16
4.2	Převod kanálu na alias	19
4.3	Volání podprogramu v zazyce RS	20
4.4	Podprogram tlakování vany	22
4.5	Uzavírání ventilů	23
4.6	Zapojení modulů pro vyhodnocení komor	24
4.7	První fáze vypouštění tlaku z prostoru	24
4.8	Druhá fáze vypouštění tlaku z prostoru	24
4.9	Zapojení modulů pro zasunutí zátek	26
4.10	Vyvolání podprogramu	27
4.11	RS obvody v procesu Supervizor	28
4.12	Obrazovka hlavního menu	29
4.13	Obrazovky pro nastavení parametrů	30

Seznam tabulek

3.1	Analogové vstupy	9
3.2	Digitální vstupy	9
3.3	Digitální výstupy	9
3.4	Digitální výstupy - expanzní modul	10
3.5	Digitální výstupy - činnosti ventilů	10
4.1	Podprogramy pro testování komor I	21
4.2	Podprogramy pro testování komor II	22
4.3	Ukončovací podprogramy	25
D.1	Tabulka podprogramů	VII
D.2	Tabulka podprogramů II	VIII

Kapitola 1

Úvod

V současnosti je nasazení PLC automatů do řízení výrobních procesů zcela běžné. Tyto PLC automaty jsou schopny s příslušným programem nahradit složité zapojení reléových obvodů ve strojích. Pokud se jedná o stroje jednoúčelové, vyráběné na zakázku pro určitou firmu, používají se volně programovatelné automaty. Tyto automaty, obsažené v optimalizovaných řídicích sestavách v kombinaci s vyladěným programem, jsou schopny spolehlivě řídit daný proces. Zde se dá jako příklad uvést tester, pro který se v této práci tvoří program. Tester anebo jakékoliv jiné zařízení, které chceme řídit PLC automatem se dá chápat jako soustava vstupů a výstupů. S přihlédnutím na okolnosti řízení procesu, pracovní a finanční podmínky se volí součásti řídicí sestavy. Například to, zda bude použita řídicí sestava od firmy Siemens, AMiT a nebo jiného výrobce. Počet vstupů a výstupů bude mít vliv na počet vstupních a výstupních karet u Siemensu nebo počet expanzních modulů u AMiTu. Volba vhodné řídicí sestavy je tedy kompromisem mezi pracovními podmínkami, možnou budoucí modifikací přístroje, spolehlivou funkcí, jednoduchou údržbou a finanční stránkou věci. Na všech těchto faktorech závisí i program vytvořený pro PLC sestavu.

Dalším faktorem tvorby programů je množství zkušeností programátora, které má pro stavbu spolehlivého programu neocenitelnou hodnotu. To se projevuje na celém těle programu, kde je pamatováno na ponechání prostoru pro modifikace, efektivní využití modulů programovacího jazyka, využití kapacit vstupů a výstupů PLC sestavy, zapracování bezpečnostních prvků a prvků diagnostiky zařízení, které usnadní údržbu a hledání případných závad. A posledním neméně důležitým činitelem je časová náročnost tvorby programu.

Cílem práce je tedy navrhnout program, který bude schopen v kombinaci se zvolenou řídicí sestavou ovládat zařízení tak, aby bylo schopné fungovat podle algoritmu výrobního

procesu a podle něj reagovat na vstupy adekvátní kombinací výstupů. Dalším cílem je také vytvoření pochopitelného popisu tvorby programu.

Struktura této práce napsaná v $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X} 2_{\epsilon}$ je následující: V kapitole 2 jsou vysvětleny nejdůležitější prvky testovacího procesu. Kapitola 3 se zabývá tvorbou posloupnosti operací a tvorbou vývojového diagramu. Kapitola 4 popisuje tvorbu programu. Závěrné zhodnocení práce se nachází v kapitole 5.

Kapitola 2

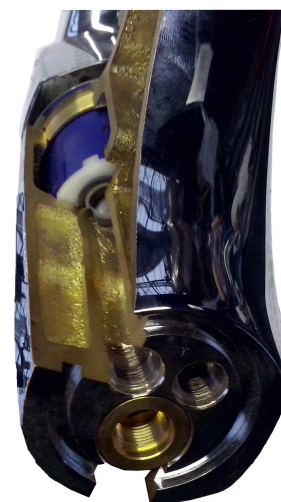
Testování vodovodních baterií

Tato kapitola má za úkol obecně přiblížit problematiku testování baterií. Každá podkapitola se věnuje nejdůležitějším prvkům testovacího procesu tak, aby vše bylo co nejlépe pochopitelné i pro laika. V textu jsou uvedeny základní informace o armatuře vodovodní baterie. Další podkapitola přiblíží testování těsnosti armatury a kompletní baterie. Testování již kompletní baterie bude podrobněji rozebráno v následujících kapitolách. Podkapitola s názvem Tester přiblíží zařízení, na kterém se baterie testují, a poslední část kapitoly se zabývá součásti testeru zvané Kopyto, do kterého se baterie upíná.

2.1 Armatura

Tělo vodovodní baterie se nazývá armatura. Materiál, ze kterého je armatura vodovodní baterie vyrobena, je mosaz (CuZn39Pb2), kde maximální podíl olova jsou 2%. Armatura se vyrábí litím. Při tomto procesu se mosaz odlévá do měděných kokil s pískovými jádry. Po odlití části do formy a vychlazení následuje odstranění pískového jádra ve vymílacím bubnu. Následně dochází k odstranění náliček a vyřezání vtokové soustavy (DVOŘÁK, L., 2010).

Poté následuje prvnotní testování homogenity armatury tím, že se natlakuje vzduchem a ponoří do vody. Unikající bubliny ukáží přesné místo závady. Pokud na-



Obrázek 2.1: Řez baterie

stane únik vzduchu, tak se podle rozsahu závady armatura zavaří, nebo jde do recyklace. Dobré kusy pokračují dále výrobním procesem. Dalším krokem při výrobě je vyřezání připojovacích a funkčních ploch. V následujícím úkonu je armatura broušena a leštěna tak, aby měla dokonalý povrch pro následné galvanické chromování.



Obrázek 2.2: Řez vanové baterie

2.2 Testování baterií

2.2.1 Zkouška těsnosti armatury

Zkouška těsnosti armatur vodovodních baterií se provádí dvakrát. Poprvé tak, že se zkouší těsnost mosazného odlitku, kterou testuje dodavatel. Podruhé se testuje těsnost zkompletované baterie. Obě zkoušky se provádí vzduchem. Při první se vzduchem natlakovaný odlitek ponoří pod vodu. Pokud je na odlitku závada, odhalí ji ucházející bubliny. Podle rozsahu závady se odlitek zavaří nebo putuje do šrotu.

2.2.2 Zkouška těsnosti kompletní baterie

Celá koncepce testování je za dlouhou dobu výroby vodovodních baterií a jejich kompletace již prověřená a optimalizovaná tak, aby byla co nejrychlejší, nejefektivnější a velice flexibilní. Již kompletní baterie se kontrolují na zařízeních označovaných jako tester armatur. Podle modelu baterie se volí tzv. kopyto, do kterého se baterie se baterie usazuje, aby mohla být upnuta a vyzkoušena. Kopyto se pokládá na pracovní desku testeru. Na pracovní desce jsou vývody pro tlakový vzduch utěsněné „o“ kroužky. Na tyto kroužky se nasadí kopyto, které musí být připevněno tak, aby nedocházelo k úniku vzduchu. Kopyto je usazeno a k desce přišroubováno. Po upevnění kopyta a nahrání programu je zařízení schopno testovat vodovodní baterie. Průběh testování je pro všechny baterie víceméně stejný.

2.3 Tester

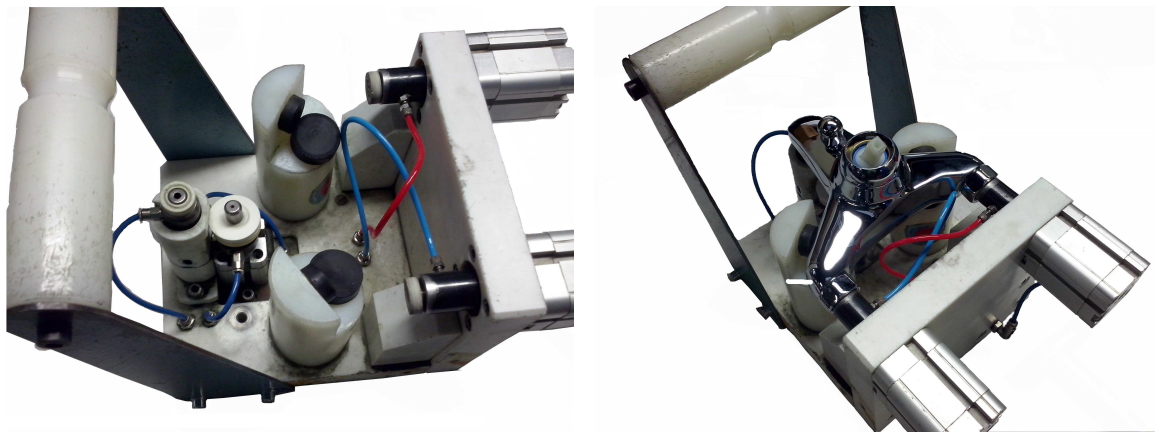
Zkouška těsnosti kompletních baterií se provádí na zařízení zvaném tester armatur. Tester je univerzální zařízení schopné v krátkém čase otestovat větší počet vodovodních baterií a rychle se přizpůsobit na testování jiných modelů baterií. Tester testuje baterie s kartuší. Tester je zkonstruován z hliníkových profilů, několika desek z nerezového plechu, které slouží pro umístění snímačů tlaků, elektromagnetických ventilů, manometrů a kohoutů. Přibližně vprostřed pracovní desky testeru, která je vyrobena ze silonu, je místo pro upevnění „kopyta“, do kterého se umísťují baterie. Tento prostor obsahuje vývody pro tlakový vzduch a závitové díry pro přišroubování kopyta. V horní polovině testeru, tedy nad pracovní deskou, je konstrukce, na které je nainstalován pneumatický píst a rozvaděč el. zařízení. Pneumatický píst zde slouží k upnutí baterie na přívody tlakového vzduchu. Tester je velice efektivní a dobře automatizovatelný.



Obrázek 2.3: Tester

2.4 Kopyto

Jedná se o vyměnitelnou součást testeru, do níž se usazuje baterie při testování. Ke každému modelu baterie je vyrobeno kopyto. Kopyto je nečastěji vyrobeno z kombinace silonu, hliníku. Kopyto má na spodní straně otvory pro připojení tlakového vzduchu pro jeho rozvod do těla baterie, pokud se jedná o vanovou baterii, je rozvod realizován pomocí pneumatických hadiček. Otvory pro připojení tlakového vzduchu se nachází na spodní straně kopyta. Důležitou součástí kopyta jsou tzv. zátky, které mají za úkol připojit baterii na přívod tlakového vzduchu a zároveň ji upnout. Tato zátka je připevněna na pneumotor (píst). Tento pneumotor přitlačí zátka na připojovací otvory pro teplou, studenou vodu a vývod těla nebo sprchy. Tyto zátka jsou jakousi náhražkou „závitů na trubkách ve zdi“, kam se baterie umísťuje. Tělo zátka je duté, aby bylo možné přivádět nebo odvádět jím tlakový vzduch do komor baterií a tím zrealizovat měření úniků tlaku. Kopyto pro vanovou baterii navíc obsahuje i malý pneumatický píst pro přepnutí módu vana/sprcha.



Obrázek 2.4: Kopyto a baterie v kopytu

Kapitola 3

Tvorba vývojového diagramu

Obsahem této kapitoly je nastínění tvorby vývojového diagramu podle informací o průběhu testování. Kapitola obsahuje jednoduché vysvětlení, jak probíhá testování komory. Dále seznámení se vstupy a výstupy PLC a zároveň s ovládanými prvky testeru. Následující část textu se zabývá posloupností kroků událostí v programu, kapitola je uzavřena částí o tvorbě vývojového diagramu.

3.1 Proces testování

Každá baterie má tři komory. V této práci jsou komory nazvány jako prostor vany, prostor studené a prostor teplé. Prostory studené a teplé jsou prostory vstupní, jimiž do baterie vtéká studená a teplá voda. Prostor vany je výstupní, z něhož vytéká směs studené a teplé vody s množstvím a teplotou nastavenou uživatelem. Poznatek o tom, jakým směrem v baterii teče voda, je pro testování v celku bezvýznamný, protože se baterie testuje na všechny otvory stejně.

Každá komora je přes dva ventily plněna vzduchem. Ty jsou postupně uzavírány tak, aby se ustálilo proudění vzduchu a nemělo negativní vliv na měření. Po natlakování komory a ustálení proudění vzduchu probíhá měření nárůstu tlaků ve zbylých dvou komorách. Po těchto úkonech následuje od fouknutí tlaku z komory do atmosféry. Tento postup se opakuje i na další komory. Nárůsty tlaků v komorách se měří z důvodu otestování toho, zda z jedné komory neuniká tlak do ostatních, tím se předejde tomu, že by nainstalovaná baterie například v koupelně prokapávala.

Testování provádí program tak, že postupně pouští tlak do komor baterie. Jako první

je testována komora vývodu do vany. Pak následuje zkouška prostoru studené a po ní teplé. Všechny komory se testují stejně. Jako první se přivede tlak do komory, pak se čeká, než se tlak ustálí. Potom jsou přívody tlaku uzavřeny a je provedena zkouška komory. Ta je provedena tak, že se měří nárůsty tlaků v ostatních dvou komorách. Tento proces se ve stejné podobě opakuje na zbylé dvě komory, tedy studenou a teplou.

3.2 Vstupy a výstupy

Pro další tvorbu vývojového diagramu je potřeba se seznámit se součástmi, které budou zasahovat do chodu programu (vstupy) a součástmi, které budou ovládané řídicím systémem (výstupy), v tomto případě to budou cívky elektromagnetických ventilů. Tyto elektromagnetické ventily složí k ovládnání pneumatických válců nebo k pouštění tlakového vzduchu do komor baterie. Pro jednoduché znázornění jsou uvedeny tabulky vstupů a výstupů řídicí sestavy. O bezpečnost se starají dvě bezpečnostní relé, jedno pro „obouruční“ ovládnání a druhé pro nouzové zastavení. Na obrázku č. 3.1 je možné vidět elektromagnetické ventily a převodníky tlaku. Veškeré prvky se nachází na horní polovině nerezové desky. Prvky označené číslicemi 1,2 a 3 jsou převodníky tlaku. Ostatní prvky jsou elektromagnetické ventily.



Obrázek 3.1: Deska s ventily a převodníky

Tabulka 3.1: Analogové vstupy

Pozice výstupu	Označení	Popis
AI00_0	pBP256	Převodník BP256
AI00_1	pBP258	Převodník BP258
AI00_2	pBP260	Převodník BP260

Tabulka 3.2: Digitální vstupy

Pozice výstupu	Označení	Popis
DI.00	upn_dole	Upínání dole - upnuto
DI.01	upn_nahore	Upínání nahoře - uvolněno
DI.02	start_jedn	Jednotka obouruč. olv.
DI.03	kont_vstup	Kontrola napájení vstupů
DI.04	kont_vystup	Kontrola napájení výstupů
DI.05	reset_tl	Tlačítko reset
DI.06	-	-
DI.07	emg_stop_jed	Jednotka nouzového zastavení

Tabulka 3.3: Digitální výstupy

Pozice výstupu	Označení	Popis
DO.00	nouz_vyp_LED	Nouzové vypnutí LED červená
DO.01	-	-
DO.02	dob_kus_LED	Dobry kus LED modrá
DO.03	vad_kus_LED	Vadny kus LED oranžová
DO.04	Cykl_LED	Běžící cyklus LED zelená
DO.05	porucha_LED	Porucha LED červená 2

Tabulka 3.4: Digitální výstupy - expanzní modul

Pozice výstupu	Označení	Popis
RL0	vyst_exp_1.0	Cívka YV 80
RL1	vyst_exp_1.1	Cívka YV 81
RL2	vyst_exp_1.2	Cívka YV 84
RL3	vyst_exp_1.3	Cívka YV 86
RL4	vyst_exp_1.4	Cívka YV 87
RL5	vyst_exp_1.5	Cívka YV 90
RL6	vyst_exp_1.6	Cívka YV 92
RL7	vyst_exp_1.7	Cívka YV 94
RL8	vyst_exp_1.8	Cívka YV 95
RL9	vyst_exp_1.9	Cívka YV 96
RL10	vyst_exp_1.10	Cívka YV 97

Tabulka 3.5: Digitální výstupy - činnosti ventilů

Označení cívky	Popis
YV80	upnutí baterie
YV81	vysunutí zátek teplé a studené
YV84	vysunutí zátky společného vývodu (vana)
YV86	tlak na převodník BP 256 a do prostoru studené
YV87	tlak do prostoru studené
YV90	tlak na převodník tlaku bp 260
YV92	tlak z převodníku do spol vývodu baterie
YV94	tlak před BP 256 na ventil YV 86
YV95	tlak pře BP 258 na ventil YV 87
YV96	tlak před převodník tlaku spol. prostoru BP 260
YV97	vypuštění tlaku do atmosféry

3.3 Posloupnost operací

S dalším důležitým krokem je nutné mít prokonzultováno, například se zadavatelem zakázky nebo v případě této absolventské práce to byl vedoucí, jaký bude sled úkonů při běhu testování. Výsledkem je takováto posloupnost operací. Tato posloupnost říká, co se bude vykonávat od startu programu do jeho skončení. Následujícím krokem tvorby vývojového diagramu je přiřazení níže uvedeným operacím události, které se budou vykonávat při průběhu programu. Tato posloupnost již obsahuje u téměř každé operace přiřazenou cívku ventilu a stručné vysvětlení příslušné operace.

1. Upnutí baterie: otevření ventilu YV80. Tím se začne vysouvat jednočinný upínací válec baterie
2. Vysunutí zátek: otevření ventilů YV81 a YV84 – vysunutí jednočinných upínacích válců zátek. Ventil YV81 zátka studené a teplé a YV84 zátka prostoru vany.
3. Natlakování prostoru vany: otevření ventilů YV96 – puštění tlaku před prostor vany, YV90 tlak na převodník tlaku BP260 a před komoru vany. YV92 puštění tlaku do komory vany.
4. Uzavření prostoru vany: Uzavření ventilů YV90 a YV96
5. Vyhodnocení prostoru vany.
6. Odtlakování prostoru vany: otevření ventilu YV97 a po časové prodlevě jeho opětovné uzavření.
7. Ukončení, pokud je závada v prostoru vany:
 - a Nahlásit vadný kus
 - b Zasunout zátky
 - c Uvolnit upínání
8. Tlakování prostoru studené: otevření ventilu YV94 a YV86. Ventil YV94 – tlak před prostor studené a YV86 tlak do prostoru studené a na převodník BP256.
9. Uzavření prostoru studené: uzavření ventilů YV86 a YV94.
10. Vyhodnocení prostoru studené.

11. Odtlakování prostoru studené: otevření ventilu YV97 a po časové prodlevě jeho opětovné uzavření.
12. Ukončení, pokud je závada v prostoru studené:
 - a Nahlásit vadný kus
 - b Zasunout zátky
 - c Uvolnit upínání
13. Tlakování prostoru teplé: otevření YV95 a YV87, kde YV95 je tlak před prostor teplé a YV87 je vpuštění tlaku do prostoru teplé..
14. Uzavření prostoru teplé: uzavření ventilů YV87 a YV95
15. Vyhodnocení prostoru teplé
16. Odtlakování prostoru teplé: otevření ventilu YV97 a po časové prodlevě jeho opětovné uzavření.
17. Ukončení, pokud je závada v prostoru teplé:
 - a Nahlásit vadný kus
 - b Zasunout zátky
 - c Uvolnit upínání
18. Ukončení, pokud je baterie bez závady:
 - a Nahlásit dobrý kus
 - b Zasunout zátky
 - c Uvolnit upínání

3.4 Vývojový diagram

Podle zkušeností s programováním z prvního ročníku VOŠ je nejjednodušší vytvářet program podle vývojového diagramu. Vývojový diagram umožňuje zápis jakéhokoli průběhu procesu do podoby, které rozumí každý programátor tak, aby byl by schopen vytvořit obdobu programu v programovacím jazyku, jež ovládá. Výše uvedená

posloupnost se dá brát jako základ pro tvorbu vývojového diagramu. Vývojový diagram použitý při tvorbě programu je obsažen v příloze D. Výhodou vývojového diagramu je, že je možné zřetelně rozeznat místa, kde probíhá větvení programu. Takto graficky znázorněný proces je mnohem přehlednější. Pokud je do vývojového diagramu zapracován výše uvedený sled kroků programu a je znázorněno větvení, je základní vývojový diagram pro tvorbu programu kompletní. Pozn.: Hodnota v závorce za číslem ventilu YVNN (N) ve vývojovém diagramu (příloha D) znamená logickou hodnotu 1 (true) nebo 0 (false).

Kapitola 4

Tvorba programu

V této kapitole je vysvětlena tvorba programu pro řídicí sestavu v návrhovém prostředí DetStudio. Na začátku je vysvětlen pojem alias, který je v dalších textech používán neustále. Dále se kapitola věnuje použité PLC sestavě a její přípravě před tvorbou programu. Na tento text navazuje podkapitola, kde je stručně zmíněno o nastavení projektu. Ve středu kapitoly jsou rozebrány vstupy a výstupy programu a procesy, které zpracovávají. Dále je přistoupeno k vysvětlení tvorby procesů, které řídí testovací procesy a signalizaci led diodami. Kapitola je ukončena textem o tvorbě obrazovek, tedy menu pro obsluhu programu.

V této kapitole je dobré mít alespoň minimální znalosti prostředí DetStudio. Detailní popisy funkcí a nastavování jednotlivých modulů je možné bez obtíží dohledat v nápovědě přímo v prostředí DetStudio.

4.1 Aliasy

Při programování je potřeba pracovat s logickými hodnotami nula a jedna. K ukládání logických hodnot a k práci s nimi slouží aliasy. Aliasy jsou ukládány do proměnné k tomu určené. Podle předpokládaného počtu aliasů se volí celočíselná proměnná typu int nebo long. Tato proměnná je „rozložená na bity.“ Každý bit má svoje jméno začínající znakem „@“ a může nabývat pouze dvou hodnot, a to hodnoty true a nebo false. Proměnná pro aliasy se v této práci nazývá „Pomocná proměnná“ a například při použití datového typu long je k dispozici 32 míst pro aliasy. Tabulka aliasů použitých v programu je umístěna ve stomové struktuře projektu. Aliasy byly přidávány v průběhu tvorby programu.

4.2 PLC sestava

Zvolená řídicí sestava pro ovládání testeru je sestavena z PLC AMiT AMiNiD2 a expanzního modulu AMiT DM-RDO12. Konfigurace sestavy je závislá na počtu vstupů a výstupů. Podle tabulky vstupů a výstupů je patrné, že PLC nemá dostatečný počet digitálních výstupů. Z toho důvodu je přidán k PLC i expanzní modul AMiT DM-RDO12. Expanzní modul komunikuje s řídicím systémem přes komunikační síť Arion. Protože tato absolventská práce vychází z už realizovaného řešení s řídicí sestavou od firmy Siemens, kde jsou například rezervy pro další vstupy nebo výstupy, ale nebyly nikdy využity, tak v tomto řešení nejsou uvažovány. Z toho důvodu je možné řídicí systém realizovat pouze s jedním výstupním expanzním modulem. Výhodou řídicího systému AMiNi2D je, že má už v základní konfiguraci displej, s nímž je možné provádět obsluhu stroje. Řídicí sestava má pouze tyto dva komponenty. Tyto komponenty byly zvoleny také z důvodu jejich dostupnosti, protože byla možnost si je zapůjčit ze školy a také proto, že splňují požadavky v rámci absolventské práce. Pokud by tento projekt vznikl ve skutečnosti, použité PLC by muselo být nahrazeno jiným. Použité PLC (AMiNi2D) má podle návodu k obsluze (PODOLÁK, S., 2006) pouze dva volně konfigurovatelné analogové vstupy. Zbytek analogových vstupů je pevně nakonfigurován na použití čidel Ni1000. PLC v sestavě by mohlo být nahrazeno například PLC AMiNi4DS, které má podle návodu k obsluze (PODOLÁK, S., 2009) dostatečný počet volně konfigurovatelných analogových vstupů. Snímání analogových hodnot je vyřešeno tím, že se do proměnných pro převod analogových vstupů zapíše hodnota tlaku přes tabulku proměnných v DetStudiosu nebo při ladění programu přes watch režim. Technické specifikace řídicího PLC a výstupního expanzního modulu je možné dohledat v příslušných datasheetech on-line (PODOLÁK, S., 2006), (AMIT, 2009).



Obrázek 4.1: Řídicí sestava

4.3 Příprava řídicí sestavy

Jako první je potřeba připravit řídicí sestavu. Protože tato absolventská práce je realizována na školním výukovém panelu s PLC AMiT AMiNi2D a výstupním expanzním modulu AMiT DM-RDO12, jsou veškeré vstupy a výstupy simulovány spínači, tlačítky a diodami jak na panelu, tak na expanzním modulu. Zapojení vstupů a výstupů PLC je provedeno podle tabulek (3.1, 3.2, 3.3). Výstupy na expanzním modulu nejsou potřeba nijak zapojovat. Jejich stav ukazují indikační diody na panelu modulu. Pro správný chod a simulaci testeru je potřeba připravit řídicí sestavu podle následujících bodů:

- Připojit napájení 24VDC.
- Připojit vodiči vstupy a výstupy PLC podle tabulek.
- Zapojit komunikaci RS485 podle návodu a adresu modulu na číslo 1.
- Nastavení IP adresy a brány na PC.

4.4 Příprava projektu

Po zapnutí aplikace DetStudio a vytvoření nového projektu se provede jeho nastavení, které je popsáno v bodech níže:

- Pojmenování projektu.
- Vybrání řídicího systému.
- Nastavení komunikace PLC a PC po ethernetu a její test.
- Nastavení komunikace po síti Arion (Komunikace PLC a expanzního modulu).

4.5 Nastavení komunikace expanzního modulu s PLC v síti Arion

Pro správnou funkci komunikace v síti Arion mezi expanzním modulem a PLC je potřeba nedefinovat modul v tabulce Arion. Správný modul je vybrán z nabídky podle

modelu použitého expanzního modulu. Adresa modulu je nastavena jako číslo jedna. Komunikační rychlost je stejná, jako je na expanzním modulu. V tomto případě to je 19200Bd. Také je nutné přenastavit tabulce Arion číslo portu z nuly na číslo jedna. Komunikace je plně funkční až po přidání dalšího modulu v proc00. To je provedeno přidáním modulu ARI_DigOut. Nastavení tohoto modulu se vyvolá klávesami Ctrl + M. V tabulce s parametry stačí nastavit adresu a proměnnou, která je vysílána do expanzního modulu. Adresa modulu se musí shodovat s adresou nastavenou na modulu, v tomto případě je to číslo jedna. Proměnná pro expanzní modul je vytvořena v tabulce proměnných a je nazvána vyst_exp_1. Touto proměnnou jsou posílány signály pro spínání relé expanzního modulu. Informace o komunikaci v síti Arion a nastavení expanzního byly čerpány z (PALÁT, J a ŘÍHA, Z., 2015), (AMIT, 2009).

4.6 Vstupy a výstupy

Program tvořený v této kapitole musí podle tabulek vstupů a výstupů zpracovat dva druhy vstupních signálů. Analogové signály z převodníků tlaků a digitální z tlačítek a spínačů. Zpracování analogových signálů se věnuje podkapitola Analogové vstupy. Zpracování digitálních vstupů a výstupů je vysvětleno v podkapitole Digitální vstupy a výstupy.

4.6.1 Tabulka I/O konfigurace

Tabulka IO je místem, kde jsou pevně nadefinovány počty kanálu podle modelu řídicího systému. V této tabulce je možné přejmenovat názvy kanálů, a tím zpřehlednit jejich použití výstižnými názvy. V této tabulce jsou analogové vstupy, digitální vstupy a digitální výstupy přejmenovány podle tabulek (3.1, 3.2, 3.3) tak, aby nové názvy byly výstižné a co nejvíce usnadňovaly práci s nimi.

4.6.2 Analogové vstupy

Protože měření tlaků se provádí přes proudové převodníky tlaku, je potřeba je nadefinovat. Jednoduše se tak dá učinit v hlavním procesu v Proc00. V procesu Proc00 se programuje v jazyce LA. Definice se provede přidáním modulu AnIn. Pomocí kombinace

kláves Ctrl + M je otevřeno okno s nápovědou a tabulkou parametrů modulu. V této tabulce je vybrána pozice analogového vstupu a proměnná, do které se má hodnota tlaku uložit. Dále se v tabulce musí nastavit elektrické a fyzikální rozsahy. Tyto hodnoty se nastaví podle tabulky uvedené v okně s popisem modulu. Takto nastavené moduly jsou v proc00 celkem tři. Pro převodník PB256 z kanálu #AI00_0 do proměnné bp256, pro převodník PB258 z kanálu #AI00_1 do proměnné bp260, pro převodník PB260 z kanálu #AI00_2 do proměnné bp260.

4.6.3 Digitální vstupy a výstupy

Vzhledem k tomu, že program pracuje výhradně s aliasy, je potřeba vstupní a výstupní hodnoty převést buď z kanálů na aliasy nebo z aliasů na kanály, nebo na bity proměnné expanzního modulu. Z tohoto důvodu jsou vytvořeny dva procesy (vstupy a výstupy) pro převody aliasů. Oba tyto procesy jsou programovány v jazyce RS.

4.6.3.1 Proces vstupy

V tomto procesu jsou převáděny signály z digitálních vstupů (kanálů) na aliasy. Tento převod je realizován moduly LD a ST. Modulu LD je přiřazen kanál. Výstup tohoto modulu LD je připojen na vstup modulu ST. Modul ST ukládá logickou hodnotu kanálu do vybraného aliasu. Těchto převodů je v procesu celkem šest. Poslední převod, tedy převod signálu z tlačítka reset, je opatřen modulem LDN. Je tak učiněno proto, že při běhu testovacího cyklu nesmí mít tlačítka reset vliv na program. Proto je signál tlačítka reset blokován signálem běžícího cyklu (alias @bezici_cykl). Na obrázku 4.2 je uveden příklad převodu kanálu na alias.



Obrázek 4.2: Převod kanálu na alias

4.6.3.2 Proces výstupy

Proces výstupy funguje stejně jako proces vstupy s tím rozdílem, že místo ukládání kanálů do aliasů ukládá aliasy do kanálů. Je tak provedeno opět přes moduly LD a ST.

Modul LD připojený na vstup modul ST posílá logickou hodnotu z aliasu do příslušného kanálu, nebo bitu proměnné expanzního modulu.

4.7 Proces testování

Jádrem celého programu je proces testování. Tento proces je složen z modulů jazyka RS, které na základě vstupních podmínek vyvolávají příslušný podprogram. Volání podprogramů je prováděno přes moduly LD, LDN a CALC. Každý podprogram je zavolán modulem CALC, tedy modulem, který vyvolává podprogramy s podmínkou true na začátku. V praxi je vytvořeno volání podprogramu následovně. Před každým modulem CALC je sériově zapojeno několik modulů LD a LDN s načtenými aliasy. Tyto moduly jsou označovány jako podmínky. Moduly LD reprezentují podmínky, které musí být v logické hodnotě true, aby byl podprogram vyvolán. Moduly LDN v zapojení slouží pro blokaci signálu. To funguje tak, že pokud je alias modulu LDN v logické hodnotě true, je signál vyvolání podprogramu blokován. Moduly LDN se tedy používají při stavu, kdy je potřeba zastavit program, například při nouzovém zastavení nebo poruše. Obrázek 4.2 názorně ukazuje příklad volání podprogramu. Každý podprogram procesu testování je volán takovýmto způsobem. Podprogramy procesu testování jsou vytvořeny na základě jednotlivých příkazů ve vývojovém diagramu (příloha D) ze třetí kapitoly. Podprogramy by se daly charakterizovat jako jednotlivé instrukce pro otevírání nebo zavírání ventilů. Podprogramy spuštěné z procesu testování po svém provedení informují aliasem proces supervizor. Kompletní tabulka podprogramů je v příloze D. Další podkapitoly jsou již jednotlivé podprogramy s popisem jejich tvorby.



Obrázek 4.3: Volání podprogramu v zazyce RS

4.7.1 Upnutí baterie

Tato část procesu má za úkol upínání baterie. Signál pro otevření ventilu YV80 je spouštěn signálem pro start programu. Jakmile je ventil YV80 otevřen, začne se vysouvat

pneumatický válec upínání. Upnutí baterie je kompletní ve chvíli, kdy je upínací píst plně vysunut. Tato skutečnost je potvrzena signálem z koncového spínače. Tento signál @upn_dole setuje RS obvod, který umožní to, že je ventil YV80 stále otevřen a není nutné v průběhu testu držet startovací tlačítka.

4.7.2 Vysunutí zátek

Po dokončení upínání baterie je zavolán podprogram na vysunutí zátek. V tomto podprogramu jsou logické hodnoty aliasů @YV81 a @ YV84 nastaveny na hodnotu true. Je tak docíleno přetypováním celého čísla jedna modulem CASTb. Přetypovaný signál je rozvětven na vstupy modulů ST, kde je uložen do aliasů @YV81 a @ YV84. Tento signál je převeden přes proces výstupy do proměnné pro expanzní modul (vyst_exp_1), dokončení této operace je potvrzeno aliasem @zatky_vys.

4.7.3 Testování komor

Testování každé komory baterie probíhá stejně, z toho důvodu jsou testovací podprogramy pro všechny tři komory vysvětleny společně. Při testování dané komory se liší pouze aliasy elektromagnetických ventilů podle toho, která komora je testovaná. Jedná se o podprogramy viz. tabulka níže.

Tabulka 4.1: Podprogramy pro testování komor I

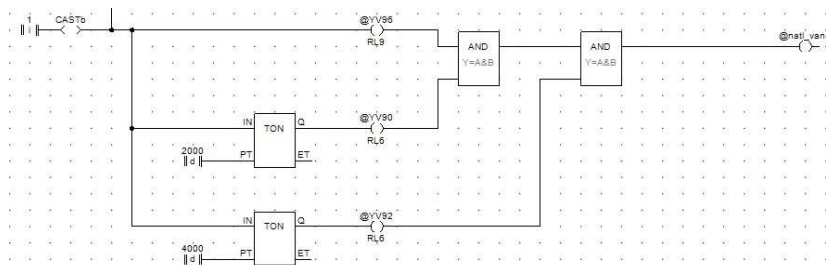
Název podprogramu	Popis
vana_tlakov	Tlakování prostoru vany
vana_uzavira	Uzavírání prostoru vany
vana_vyhod	Vyhodnocení prostoru vany
vana_vyp_1	Vypuštění tlaku z prostoru vany fáze 1
vana_vyp_2	Vypuštění tlaku z prostoru vany fáze 2
vana_ukonc	Ukončení, pokud je závada v prostoru vany
stud_tlak	Tlakování prostoru studené
stud_uzav	Uzavírání prostoru studené
stud_vyhod	Vyhodnocení prostoru studené

Tabulka 4.2: Podprogramy pro testování komor II

Název podprogramu	Popis
stud_vyp_1	Vypuštění tlaku z prostoru studené fáze 1
stud_vyp_2	Vypuštění tlaku z prostoru studené fáze 2
stud_ukonc	Ukončení, pokud je závada v prostoru studené
tepl_tlakov	Tlakování prostoru teplé
tepl_uzavir	Uzavírání prostoru teplé
tepl_vyhod	Vyhodnocení prostoru teplé
tepl_vyp_1	Vypuštění tlaku z prostoru teplé fáze 1
tepl_vyp_2	Vypuštění tlaku z prostoru teplé fáze 2
tepl_ukonc	Ukončení, pokud je závada v prostoru teplé

4.7.3.1 Tlakování prostorů

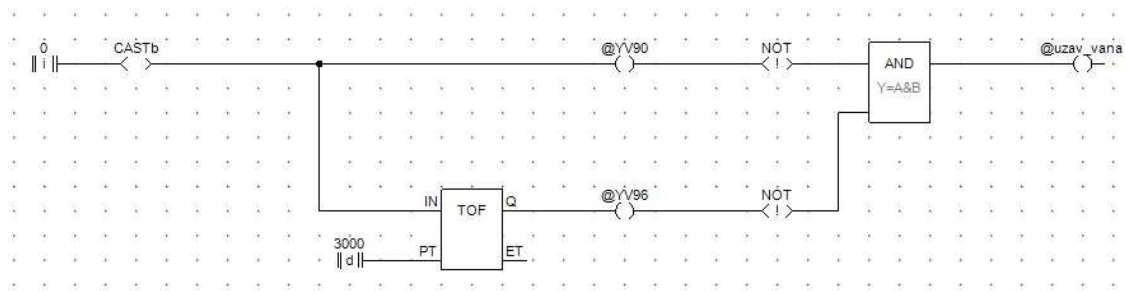
Tato část procesu je vytvořena podle kroků číslo 3, 8, a 13 v posloupnosti z minulé kapitoly. Na základě posloupnosti operací musí být vytvořeny tři podprogramy na tlakování komor. Jsou pojmenovány: vana_tlakov, stud_tlak, tepl_tlakov. Podprogramy jsou volány podmínkami z programu supervizor. Tlakování prostoru komor probíhá otevřením ventilů pro přívod tlakového vzduchu. Všechny ventily jsou ovládány přes aliasy. Proto je nutné vytvořit aliasy pro ventily: @YV96, @YV92, @YV90 pro prostor vany, @YV94 a @YV 86 pro prostor studené a @YV95 a @YV87 pro prostor teplé. Pro otevření ventilů je potřeba aliasy nastavit na logickou hodnotu jedna. Signál logické hodnoty jedna je vytvořen přetypováním celého čísla jedna modulem CASTb a rozveden na moduly ST pro uložení této hodnoty do aliasů. Moduly TON zpožďují signál. Dokončení tohoto kroku je kontrolováno aliasy @natl_vana, @natl_studen a @natl_tepla. Na obrázku 4.3 je pro názornost veden podprogram tlakování prostoru vany (vana_tlakov).



Obrázek 4.4: Podprogram tlakování vany

4.7.3.2 Uzavření prostorů

Tyto procesy jsou tvořeny podle bodů 4,9, a 14. Uzavírání prostorů vodovodní baterie je provedeno deaktivací ventilů YV90 a YV96 (vana), YV86 a YV94 (studená) a YV87 YV95 (teplá) tak, že je hodnota aliasů pro tyto ventily nastavena do log. nuly. Hodnota logické nuly je opět dosažena přetypováním celého čísla nula funkcí CASTb. Takto vzniklá logická nula je uložena pomocí modulů ST do aliasů příslušných ventilů. Před aliasem @YV96 je umístěn modul TOF, který je zde pro to, aby zpozdil uzavírání ventilu YV96.

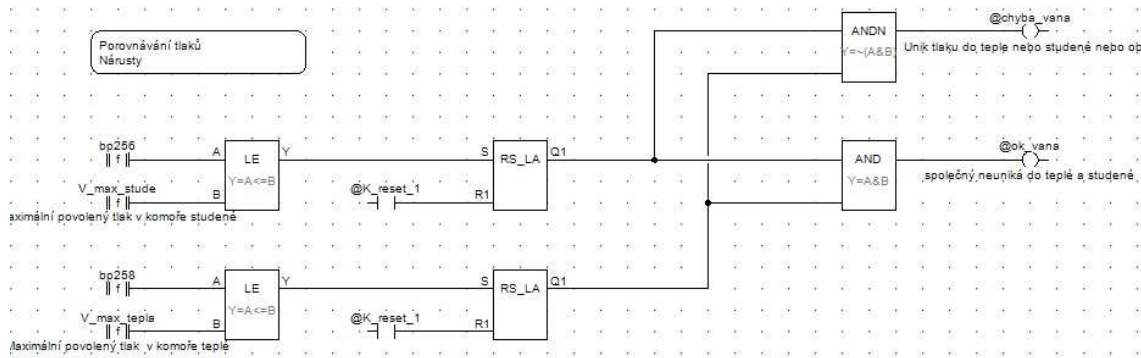


Obrázek 4.5: Uzavírání ventilů

Kontrola tohoto kroku provedena přes negaci signálů vycházejících z aliasů ventilů a porovnána logickým součinem AND. Hradlo AND vyhodnotí oba vstupní signály a po deaktivaci obou aliasů informuje logickou jedničkou o dokončení uzavření ventilů.

4.7.3.3 Vyhodnocení prostoru

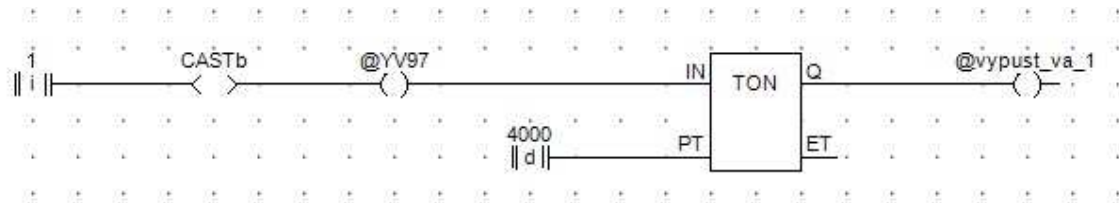
Vyhodnocení prostorů sestavené podle bodů 5, 10 a 15. Vyhodnocení prostorů probíhá po zavolání podprogramů vana_vyhad, stud_vyhad, tepl_vyhad. V těchto podprogramech jsou hodnoty z analogových vstupů (převodníků tlaků) porovnány přes moduly LE s proměnnými, které zastupují maximální nárůst tlaku v komoře. RS obvody jsou zde pro to, aby byl signál po vyhodnocení stále v log. 1. Hradla AND a ANDN vyhodnocují výsledky porovnávání tlaků. Například při vyhodnocování prostoru vany se provede měření tlaků v komorách teplé a studené. Pokud jsou tlaky v komorách teplé a studené vyšší než povolená hodnota obsažená v proměnných V_max_stude a V_max_tepla, baterie propouští tlak z jedné komory do ostatních. Tento jev je samozřejmě nežádoucí. Pokud by nastal, je komora vyhodnocena jako vadná. O výsledku měření komory informují příslušné aliasy.



Obrázek 4.6: Zapojení modulů pro vyhodnocení komor

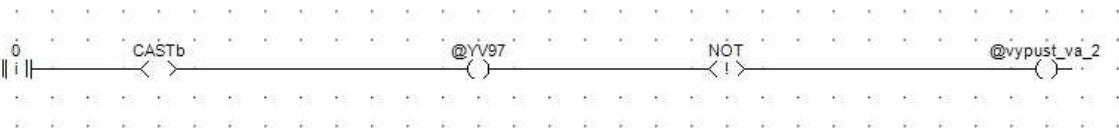
4.7.3.4 Vypuštění tlaku

Sekvence probíhá podle bodů 6, 11 a 16. V programu je rozdělena na dva podprogramy. Vypouštění tlaku je rozděleno do dvou fází. Každá fáze má svůj podprogram. V první fázi je otevřen ventil YV97 nastavením aliasu @YV97 do log. 1, tím je zahájeno vypuštění tlaků z komor do atmosféry. Po časové prodlevě je proces supervizor informován o dokončení tohoto kroku.



Obrázek 4.7: První fáze vypouštění tlaku z prostoru

Následně je spuštěna druhá fáze a tou je uzavření ventilu YV97 nastavením aliasu @YV97 do log nuly. Dokončení je opět ohlášeno aliasem.



Obrázek 4.8: Druhá fáze vypouštění tlaku z prostoru

4.7.4 Ukončení programu

Požadavek na ukončení programu vzniká v krocích 7, 12, 17 a 18. Ukončovacích podprogramů je celkem šest. Při stavu, kdy se má program ukončit je zavolán jeden z následujících podprogramů. Před každou situací, při níž se má program ukončit, je program zastaven. Ukončovací program je spuštěn až při stisknutí tlačítka reset. To platí pro spuštění všech podprogramů kromě ukonceni_pro, ten je spuštěn automaticky bez nutnosti stisku tlačítka reset.

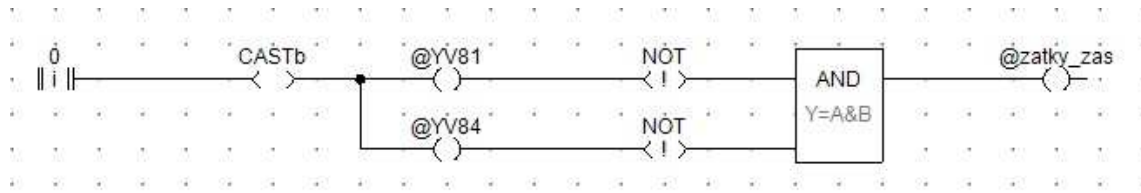
Tabulka 4.3: Ukončovací podprogramy

Název podprogramu	Popis
emerg_ukonc	Ukončení programu, pokud byl v průběhu nouzově zastaven
poruch_ukonc	Ukončení programu, pokud byla v průběhu zjištěna závada
stud_ukonc	Ukončení programu, pokud je závada v prostoru studené
tepl_ukonc	Ukončení programu, pokud je závada v prostoru teplé
vana_ukonc	Ukončení programu, pokud je závada v prostoru vany
ukonceni_pro	Ukončení programu, pokud je baterie bez závady

Tyto podprogramy jsou součástí ukončující sekvence programu složené z několika dalších podprogramů. Všechny tyto podprogramy uzavírají přívody tlaků do ventilů. Opět provedeno přes přiřazení logické nuly aliasům. Výjimkou jsou ventily YV80, YV81 a YV84. Ty jsou uzavřeny až v dalších podprogramech automaticky volaných po proběhnutí jednoho z výše uvedených ukončovacích programů.

4.7.5 Zasunutí zátek

Podprogram zatky_zas je volán ukončením jednoho z předchozích ukončovacích podprogramů. Povel pro zasunutí zátek je opět proveden nastavením logické nuly do aliasů @YV981 a @YV84. Tyto signály jsou následně znegovány a přes hradlo AND vyhodnoceny a zaznamenány jako dokončené.



Obrázek 4.9: Zapojení modulů pro zasunutí zátek

4.7.6 Uvolnění baterie

Baterie nesmí být uvolněna dříve než je odtlakována a než se zasunou zátky. To je ošetřeno vstupními podmínkami podprogramu `uvol_bater`. Baterie je uvolněna resetováním RS obvodu, který udržuje log. 1 na aliasu `@YV80` (Upínání baterie). Po resetování RS obvodu je zároveň blokován setovací signál, aby nedocházelo k tomu, že by byl RS obvod stále aktivní.

4.7.7 Koncový reset

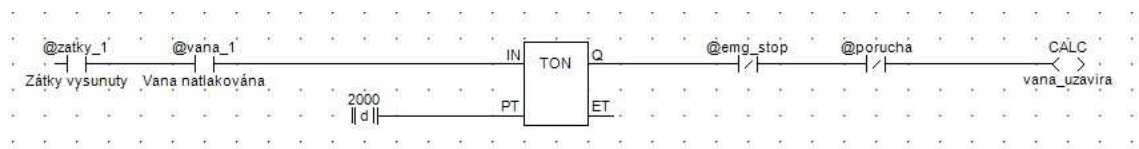
Tento podprogram nastavuje veškeré aliasy do logické nuly a resetuje veškeré RS obvody, aby se program vrátil do výchozího nastavení a mohl tak být znovu spuštěn, aniž by byl ovlivněn předchozím během programu. Reset je proveden nastavením logické nuly na všechny aliasy programu přes moduly ST. Po nastavení všech aliasů do nuly jsou přes modul `TRIG_R` a alias `@K_reset_1` resetovány všechny RS obvody v procesu Supervisor.

4.8 Proces supervizor

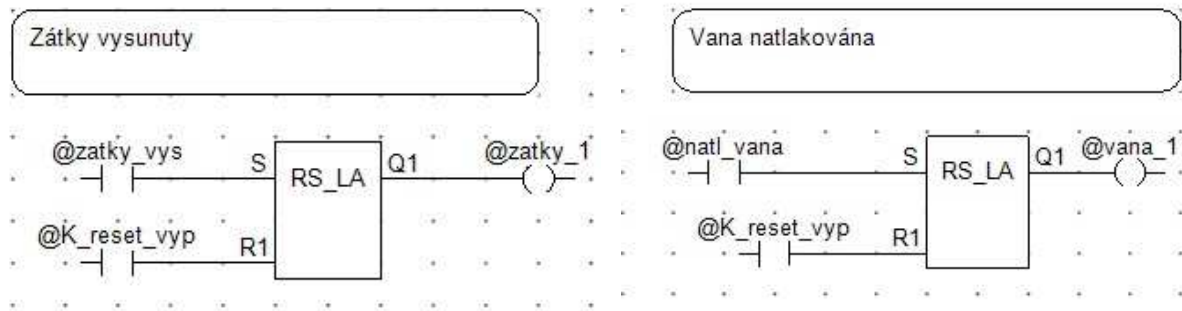
Proces supervizor je řídicí částí celého programu. Jeho hlavním úkolem je vyhodnocovat dokončení provedených operací, přerušení programu poruchou nebo nouzovým zastavením. Proces supervizor je nadřazen procesům testování a signalizace. Proces supervizor funguje tak, že na základě kombinací „vstupních“ aliasů, dává signály „výstupním“ aliasům pro spuštění podprogramů v procesu Testování. Všechny vstupní aliasy jsou připojeny na setovací vstupy RS obvodů.

Proces supervizor je spolu s procesem testování nejdůležitější částí programu. Pro-

ces testování slouží jako místo, kde jsou podprogramy vyvolávány na základě podmínek (signálů v modulech LD). Jak je zmíněno v podkapitole o procesu testování, podprogramy o svém dokončení informují signálem true uloženým do aliasu přes modul ST. V procesu supervizor je logická hodnota aliasu přivedena přes modul LD na setovací vstup RS obvodu. Pokud je logická hodnota v modulu LD true, je nasetován RS obvod a na jeho výstupu je logická hodnota true, dokud není RS obvod resetován. Hodnota na výstupu RS obvodu je opět uložena do aliasu přes modul ST. Takovýmto zapojením je předcházeno situaci, kdy by změna stavu aliasu na modulu LD (vstup RS obvodu) informujícího o dokončení kroku, měla nežádoucí vliv na chod programu, protože setováním příslušného RS obvodu si program „zapamatuje,“ že daný krok byl vykonán. Výstupy RS obvodů uložené do aliasů jsou povolovací podmínky pro vyvolání podprogramu. Pro názornost je uveden příklad. Na obrázku číslo 4.9 je kód pro zavolání podprogramu uzavření vany. Podprogram je zavolán, pokud jsou moduly LD s aliasy (@zatky_1 a @vana_1) v logické hodnotě true. To nastane v případě, že jsou dokončeny kroky pro vysunutí zátek (@zatky_vys obr 4.10) a je natlakován prostor vany (@natl_vana obr. 4.10). Těmito signály jsou setovány RS obvody. Jakmile jsou RS obvody nasetovány, jsou aliasům přes moduly ST přiřazeny logické hodnoty true. Tato hodnota je moduly LD v procesu testování přivedena na vstup modulu TON. Tímto je modulem signál zpožděn. Zpožděný signál prochází přes moduly LDN s aliasy @emg_stop a @porucha, které by v případě, že by nastalo přerušení nouzovým zastavením nebo poruchou, přerušily běh programu.



Obrázek 4.10: Vyvolání podprogramu



Obrázek 4.11: RS obvody v procesu Supervisor

4.9 Signalizace led diodami

Tester je vybaven led diodami na boku rozvaděče. Tyto diody jsou zde pro signalizaci dění v testovacím procesu. Signalizace pomocí led diod dává obsluze testeru jasné znamení o výsledku testu baterie nebo hlášení o chybách. Každá dioda je označena popiskem a podle druhu hlášení je zvolena její barva. Řešení této absolventské práce ovládá pět diod. Všechny jsou zaznamenány v tabulce digitálních výstupů. Vytvořené ovládání diod je v procesu Signalizace. Zde je programováno rovněž v jazyce RS. Diody jsou ovládány přes aliasy, tak jako je tomu u cívek ventilů. V tomto procesu je na základě signálů v modulech LD připojených na moduly ST ukládána logická hodnota true nebo false. Například pokud je baterie bez závady je potřeba rozsvítit modrou led diodu. To je provedeno sériovým zapojením třech modulů LD. Každý z těchto modulů je ovládán aliasem. Pokud jsou všechny tři aliasy ve stavu true je rozsvícena modrá dioda. Pokud se jedná o diodu pro signalizaci vadného kusu jsou moduly LD zapojeny paralelně. To znamená, že pokud má jakýkoliv alias hodnotu true je dioda rozsvícena.

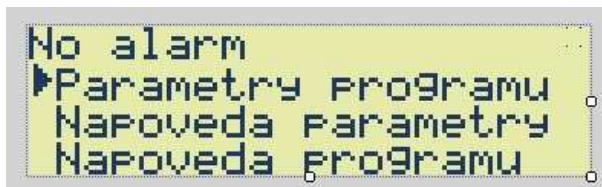
4.10 Obrazovky

Tato podkapitole vysvětluje vytvoření obrazovek pro komunikaci s obsluhou. Pro obsluhu programu je používán displej a klávesnice na vrchním panelu PLC. Program je obsluhován sedmi obrazovkami, které jsou sdruženy pod obrazovku hlavního menu. Všechny

obrazovky jsou koncipovány tak, aby jejich ovládání bylo co nejjednodušší.

4.10.1 Hlavní menu

Hlavní menu je výchozí obrazovka pro práci s programem. Ovládání obrazovky se provádí klávesami vedle displeje. Pohyb v menu a dalších obrazovkách je velice jednoduchý. Je k němu použito pět kláves. Šipky nahoru a dolů pro pohyb v menu a nastavování parametrů, Klávese Enter pro potvrzení, klávesa Escape pro návrat a klávesa Plus, která nahrazuje klávesu Tab při výběru položek. Aby byla možná komunikace s obsluhou, je na prvním řádku obrazovky umístěn prvek Alarm. Tímto prvkem dává program pomocí krátkých zpráv hlášení o průběhu testu, hlášení o nouzovém zastavení a poruchách. Tento prvek má svou vlastní pomocnou proměnnou nazvanou alarmy, do které jsou ukládány aliasy. Prvek alarm má ke každému aliasu přiřazené chybové hlášení, které se zobrazí při aktivaci příslušného aliasu. Dále se na obrazovce hlavního menu nachází prvek „menuscreen“ V tomto menu se nachází položky: parametry programu, nápověda parametrů a nápověda programu. Po vybrání položky v menu je obsluze zobrazena příslušná obrazovka.



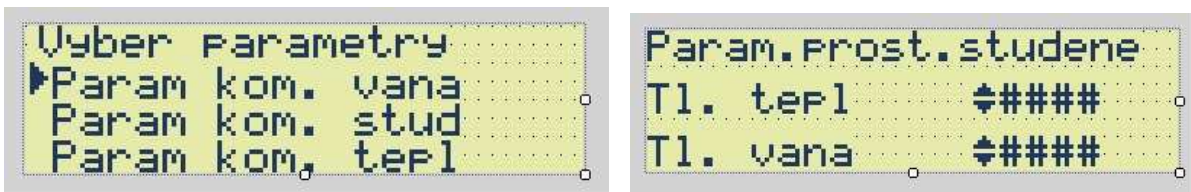
Obrázek 4.12: Obrazovka hlavního menu

4.10.2 Obrazovky nápovědy

Pro usnadnění obsluhy obrazovek je hlavní menu vybaveno položkami Nápověda parametry a Nápověda programu. Každá z těchto položek má vytvořenou vlastní obrazovku (napov_param, napoveda_2). Obě tyto obrazovky mají nadpis a text nápovědy. Tety nápovědy jsou umístěny v prvcích multilinelabel.

4.10.3 Parametry programu

V programu je možnost nastavit hodnoty maximálních nárůstů tlaků v komorách baterie. Toto nastavení je provedeno přes obrazovky pro výběr komory a obrazovkou již s možnostmi nastavovat parametry. Pokud chce uživatel nastavit parametry komory, vybere v menu položku Parametry programu. Po této akci je otevřena obrazovka par_prog-1. Na této obrazovce si uživatel vybere komoru, které chce měnit parametry. Výběr komor je opět proveden přes prvek MenuScreen. Po výběru komory je otevřena obrazovka s možnostmi výběru parametrů. Například pro nastavení parametrů vany je to obrazovka par_vana1. Na této obrazovce jsou umístěny prvky NumericUpDn jeden pro proměnnou V_max_stude a druhý pro V_max_tepla. Tyto proměnné reprezentují maximální dovolený nárůst tlaků v komorách teplé a studené při zkoušce prostoru vany. Nastavení parametrů se provádí stiskem klávesy plus. Tato klávesa nahrazuje klávesu Tab, kterou klávesnice na panelu neobsahuje. Potvrzení výběru parametru se provádí klávesou Enter. Po stisku klávesy enter je možné změnit hodnotu parametru šipkami nahoru nebo dolů. Požadovaná hodnota se potvrzuje klávesou enter. Po dokončení nastavování parametrů se vrací do hlavního menu klávesou Escape.



Obrázek 4.13: Obrazovky pro nastavení parametrů

Kapitola 5

Závěr

Hlavní náplní této práce bylo seznámit se s testovacím procesem vodovodních baterií a vytvořit program v jazyce zvoleného PLC. Body zadání se v tomto ohledu překrývají, protože tvorba výsledného programu je závislá na prvních třech bodech zadání.

Přesto, že řešení řízení testeru vytvořené v této absolventské práci nejspíš nebude nikdy zrealizováno, ukázalo se, že by s použitím řídicího systému od firmy Amit bylo možné. Jeho hlavní předností je nižší cena oproti řešení s prvky od firmy Siemens s panelem od firmy UniOP. Řešení použité v AP by se dalo použít v jiném oddělení než v testování nových baterií, kde je potřeba vyzkoušet co nejvíce nových baterií před kompletačí. Uplatnění by našlo třeba na servisním oddělení, kde se netestuje takové množství baterií. Nicméně je potřeba zdůraznit, že pokud by se řešení ujal zkušený programátor, bylo by možné řídicí sestavou od AMiTu plně nahradit řízení od Siemensu.

Programové řešení vytvořené v absolventské práci by se dalo zdokonalit tak, aby bylo možné testovat více druhů baterií, třeba baterie opatřené vývodem na sprchu. K řídicí sestavě by bylo také možno přidat ovládací panel pro zadávání parametrů a volby testovaného modelu baterie. Tím by se usnadnila obsluha stroje a jeho efektivnost. Programové řešení by také obohatila lepší diagnostika testování baterií a diagnostika stroje samotného. To by se ale ukázalo, pokud by toto zařízení fungovalo v praxi a bylo by možné sledovat jeho chování a zejména nedostatky v praxi.

Při postupu tvorby programu se ukázalo, že některé části řešení nefungují tak jak by měly a musely být změněny nebo kompletně přepracovány. Zde by se daly uvést pro části programu, kde se otevírají nebo zavírají ventily. Po několika verzích ovládání ventilů pře RS obvody se ukázalo jako nespolehlivější rozdělit ovládání ventilů na podprogramy, v nichž je přesně dáno, kdy se má ventil otevřít. To ukazuje, že tvorba programů je věcí zkušeností a pečlivého ladění programů.

Výsledný program byl zkoušen na situace, které by mohly nastat při provozu. Program se ukázal jako funkční a choval se podle očekávání. Nastavování parametrů přes klávesnici na panelu PLC funguje spolehlivě ale je poněkud zdlouhavější oproti panelu s numerickou klávesnicí.

Literatura

AMIT (2009), DM-RDO12 - leták - AMiT [online]. http://www.amit.cz/docs/cz/dm-xx/dmm-rdo12_d_cz_100.pdf/.

DVOŘÁK, L. (2010), Automatizované technologické pracoviště broušení a leštění vodovodních armatur, (Diplomová práce), Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Brno.

PALÁT, J A ŘÍHA, Z. (2015), Komunikace v síti ARION – definice tabulkou [online]. http://amit.cz/support/cz/aplikacni_poznamky/ap0025_cz_03.pdf/.

PODOLÁK, S. (2006), AMiNi2(D) Návod k obsluze [online]. <http://www.amit.cz/docs/cz/obsolete/amini2dm.pdf/>.

PODOLÁK, S. (2009), AMiNi4S Návod k obsluze [online]. http://www.amit.cz/docs/cz/amini/amini4ds_g_cz_100.pdf/.

Příloha A

Obsah přiloženého CD/DVD

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

- Absolventská práce v \LaTeX 2 ϵ
- Program řízení testeru
- Matula_AP_2015.pdf

Příloha B

Použitý software

L^AT_EX2e [⟨http://www.miktex.org/⟩](http://www.miktex.org/)

WinEdt 6.0 [⟨http://www.winedt.com/⟩](http://www.winedt.com/)

DetStudio 1.7.0 [⟨http://www.amit.cz/⟩](http://www.amit.cz/)

GIMP 2 [⟨http://www.gimp.org/.com/⟩](http://www.gimp.org/.com/)

Příloha C

Časový plán absolventské práce

Činnost	Časová náročnost	Termín ukončení	Splněno
Seznámení se s procesem testování	2 týdny	28.10.2014	28.10.2014
Seznámení se s prvky testeru	2 týdny	28.10.2014	28.10.2014
Tvorba struktury práce	2 měsíce	28.2.2015	11.3.2015
Vstupy a výstupy - tvorba tabulky	2 týdny	20.02.2015	2.3.2015
Tvorba vývojového diagramu	3 týdny	28.02.2015	9.3.2015
Tvorba sledu operací	1 týden	3.03.2015	15.4.2015
Optimalizace na Amit	1 týden	19.03.2015	27.3.2015
Tvorba programu a ladění	2 měsíce	10.04.2015	29.7.2015
AP: kompletní text		27.04.2015	30.7.2015

Příloha D

Tabulka podprogramů a vývojový diagram

Tabulka D.1: Tabulka podprogramů

Název podprogramu	Popis
emerg_ukonc	Ukončení programu, pokud je zmáčknut emergency stop
konc_reset	Koncový reset programu
poruch_ukonc	Ukončení programu v případě poruchy
stud_tlak	Tlakování prostoru studené
stud_ukonc	Ukončování, pokud je závada v prostoru studené
stud_uzav	Uzavírání prostoru studené
stud_vyhad	Vyhodnocení prostoru studené
stud_vyp_1	Vypouštění tlaku z prostoru studené
stud_vyp_2	Vypouštění tlaku z prostoru studené
tepl_tlakov	Tlakování prostoru teplé
tepl_ukonc	Ukončování, pokud je závada v prostoru teplé
tepl_uzavir	Uzavírání prostoru teplé
tepl_vyhad	Vyhodnocení prostoru teplé
tepl_vyp_1	Vypouštění tlaku z prostoru teplé
tepl_vyp_2	Vypouštění tlaku z prostoru teplé
ukonceni_pro	Ukončení programu - baterie v pořádku
uvol_bater	Uvolnění baterie
vana_tlakov	Tlakování prostoru vany

Tabulka D.2: Tabulka podprogramů II

Název podprogramu	Popis
vana_ukonc	Ukončení programu při závadě v prostoru vany
vana_uzavira	Uzavírání komory vany
vana_vyhad	Vyhodnocení prostoru vany
vana_vyp_1	Vypuštění tlaku z prostoru vany
vana_vyp_2	Vypuštění tlaku z prostoru vany
zatky_vys	Vysunutí zátek
zatky_zas	Zasunutí zátek

