

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA,  
CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY



## ABSOLVENTSKÁ PRÁCE

PA FESTO – nové aplikace ve výuce

Sezimovo Ústí, 2014

Autor: Milan Riečan





## ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **Milan Riečan**  
Obor studia: 26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy  
Název práce: **PA FESTO – nové aplikace ve výuce**  
Anglický název práce: **Process Automation – new Application in Teaching**

### Zásady pro vypracování:

1. Popište sestavu stanic procesní automatizace.
2. V návaznosti na absolventskou práci z roku 2013 řešte další možnosti využití periférií a SW stanic procesní automatizace.
3. Pro vybraná zařízení a SW prostředky vypracujte návod k využití a uplatnění ve výukovém procesu.
4. Sestavte vzorové úlohy na zvolená témata a disciplíny.
5. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.


### Doporučená literatura:

- [1] KROČÁK, Jan, *Procesní automatizace FESTO - využití periférií a PC ve výuce*, Absolventská práce, Sezimovo Ústí 2013.
- [2] FUKA, Jan, *Sestavy stanic FESTO: Návod k obsluze učební text*, Sezimovo Ústí, 2011, Skripta, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí.
- [3] FESTO, FluidLab® PA for Compact Workstation and EduKit® PA Manual\_EN, 2008, Manual, Festo Didactic GmbH & Co. FluidLab®-PA Software.
- [4] FESTO, FluidLab® PA for MPS® PA Manual\_EN, 2008, Manual, Festo Didactic GmbH & Co. FluidLab®-PA.
- [5] FESTO, MPS® PA Workbook 548591\_EN, Skripta, Festo Didactic GmbH & Co. KG • MPS® PA.
- [6] FESTO, MPS® PA Solutions 709743\_EN, Skripta, Festo Didactic GmbH & Co. KG • MPS® PA.

Vedoucí práce: Ing. Jan Fuka, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí  
Odborný konzultant práce: Ing. Vladimír Hložek, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí  
Oponent práce: Bc. Miroslav Hospodářský, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí

Datum zadání absolventské práce: **2.9.2013**

Datum odevzdání absolventské práce: **30.4.2014**

  
.....  
Ing. Jan Fuka  
(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 15.5.2014



\_\_\_\_\_  
podpis

## Poděkování

V první řadě děkuji vedoucímu absolventské práce panu Ing. Janu Fukovi za obětavý, vstřícný a inspirativní přístup při konzultacích mé absolventské práce. Taktéž děkuji svým blízkým za trpělivost a podporu v mé práci. A v neposlední řadě škole za umožnění přístupu k stanicím PA i v odpoledních hodinách po výuce a možnosti na nich pracovat samostatně.

## Anotace

Předložená absolventská práce řeší využití ovládacích panelů IO sim, které byly dodány jako součást stanic procesní automatizace FESTO. Ovládací panely jsou vhodným doplňkem při práci s uvedenými stanicemi, pomocí nich lze ověřit a diagnostikovat jednotlivé funkce snímačů a akčních členů stanic a provést jejich nastavení a seřízení. V práci jsou popsány postupy pro aplikace a úlohy k řešení problémů studenty. Stanice procesní automatizace jsou využívány ve výuce technických oborů na VOŠ, SŠ, Centru odborné přípravy Sezimovo Ústí.

**Klíčová slova:** panel IO sim, procesní automatizace FESTO, diagnostika, snímač.

## Zusammenfassung:

Präsentiert Abschlussarbeit gelöst über das Bedienfeld IO sim, die als Teil einer Prozessautomationsstationen Fest kam. Bedienfelder sind eine hervorragende Ergänzung zu der Arbeit mit diesen beiden Stationen, die Sie verwenden können, um zu überprüfen und zu diagnostizieren, die verschiedenen Funktionen von Sensoren und Aktoren Stationen und tragen ihre Einstellungen und Anpassungen. Das Papier beschreibt die Verfahren für die Anwendung und Fehlerbehebungsaufgaben für Studenten. Stationen der Prozessautomatisierung sind in technischen Fächern Unterricht an Hochschulen, Schulen, Ausbildungszentren Sezimovo Ústí verwendet.

**Die Schlüsselwörter:** Bedienfeld IO sim, Prozessautomationsstationen Festo, Diagnostik, Sensor.





# Obsah

Seznam použitých symbolů	ix
Seznam obrázků	xi
Seznam tabulek	xiii
<b>1 Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2 Popis stanic procesní automatizace (PA)</b>	<b>3</b>
2.1 Filtrační stanice . . . . .	4
2.1.1 Popis filtrační stanice . . . . .	4
2.1.2 Parametry filtrační stanice . . . . .	5
2.1.3 Činnost filtrační stanice . . . . .	6
2.2 Mixážní stanice . . . . .	6
2.2.1 Popis mixážní stanice . . . . .	7
2.2.2 Parametry mixážní stanice . . . . .	8
2.2.3 Činnost mixážní stanice . . . . .	9
2.3 Reaktorová stanice . . . . .	9
2.3.1 Popis reaktorové stanice . . . . .	10
2.3.2 Parametry reaktorové stanice . . . . .	11
2.3.3 Činnost reaktorové stanice . . . . .	11
2.4 Plnicí stanice . . . . .	12
2.4.1 Popis plnicí stanice . . . . .	12
2.4.2 Parametry plnicí stanice . . . . .	14
2.4.3 Činnost plnicí stanice . . . . .	14
<b>3 Ruční ovládání Io sim</b>	<b>15</b>
3.1 Konektory a ovládací prvky IO sim . . . . .	16

3.2	Funkce IO sim . . . . .	18
3.3	Štítek IO sim . . . . .	18
3.4	Připojení Io sim . . . . .	19
<b>4</b>	<b>Úlohy</b>	<b>21</b>
4.1	Úlohy filtrační stanice . . . . .	21
4.1.1	Signály IO sim a reakce . . . . .	21
4.1.2	Úlohy . . . . .	22
4.2	Úlohy mixážní stanice . . . . .	23
4.2.1	Signály IO sim a reakce . . . . .	23
4.2.2	Úlohy . . . . .	23
4.3	Úlohy reaktorová stanice . . . . .	25
4.3.1	Signály IO sim a reakce . . . . .	25
4.4	Úlohy plnicí stanice . . . . .	26
4.4.1	Signály IO sim a reakce . . . . .	26
<b>5</b>	<b>Nastavování a diagnostika stanice</b>	<b>29</b>
5.1	Pneumatické schéma filtrační stanice a fotografie . . . . .	30
5.2	Pneumatické schéma mixážní stanice a fotografie . . . . .	32
5.3	Postup při regulaci otevírání a zavírání ventilů . . . . .	33
5.3.1	Postup filtrační stanice . . . . .	33
5.3.2	Postup mixážní stanice . . . . .	34
<b>6</b>	<b>Závěr</b>	<b>35</b>
	<b>Literatura</b>	<b>37</b>
<b>A</b>	<b>Obsah přiloženého CD</b>	<b>I</b>
<b>B</b>	<b>Použitý software</b>	<b>III</b>
<b>C</b>	<b>Časový plán absolventské práce</b>	<b>V</b>

# Seznam použitých zkratek a symbolů

Symbol	Význam	Jednotka
$DC$	Stejnosměrný elektrický proud	
$f$	Frekvence	Hz
$I$	Elektrický proud	A
$P$	Výkon	W
$p$	Tlak jednotky	bar/atmosféra
PA	Stanice procesní automatizace	
MPS®PA	Procesní automatizace firmy Festo MPS®PA	
PLC	Programovatelný logický automat	
$t$	Čas	s
$T$	Teplota	°C
$U$	Elektrické napětí	V
$V$	Objem	l



# Seznam obrázků

2.1	Procesní automatizace FESTO . . . . .	3
2.2	Filtrační stanice . . . . .	4
2.3	Schématické znázornění filtrační stanice . . . . .	5
2.4	Mixážní stanice . . . . .	6
2.5	Schématické znázornění mixážní stanice . . . . .	8
2.6	Reaktorová stanice . . . . .	9
2.7	Schématické znázornění reaktorové stanice . . . . .	10
2.8	Plnicí stanice . . . . .	12
2.9	Schématické znázornění plnicí stanice . . . . .	13
3.1	Ovladač IO sim . . . . .	15
3.2	Popis ovladače IO sim . . . . .	17
3.3	Štítek IO sim . . . . .	18
3.4	Propojení . . . . .	19
5.1	Automatický režim . . . . .	30
5.2	Pneumatické znázornění filtrační stanice . . . . .	30
5.3	Foto stanice filtrační (V102) . . . . .	31
5.4	Foto stanice filtrační (V103) . . . . .	31
5.5	Pneumatické znázornění mixážní stanice . . . . .	32
5.6	Foto stanice mixážní (V201) . . . . .	32



# Seznam tabulek

2.1	Tabulka parametrů filtrační stanice . . . . .	5
2.2	Tabulka parametrů mixážní stanice . . . . .	8
2.3	Tabulka parametrů reaktorové stanice . . . . .	11
2.4	Tabulka parametrů plnicí stanice . . . . .	14

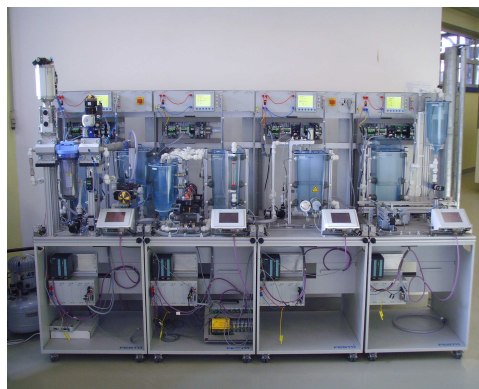




# Kapitola 1

## Úvod

Významnou pomůckou pro výuku mechatroniky a automatizace je sestava MPS®PA od firmy FESTO, která je k dispozici v COP v Sezimově Ústí. Procesní automatizací je rozuměno automatizování a návaznost procesů, které šetří energii a práci. Procesní automatizace poskytuje nejlepší řešení pro řízení a optimalizaci provozů a aplikační znalosti specifické pro průmyslová odvětví, zejména metalurgický, těžební průmysl, výrobu papíru a celulózy, energetiku, chemický a farmaceutický průmysl, ropný a plynárenský průmysl či například výroba turbodmychadel.



Hlavním přínosem je vyšší produktivita výrobních zařízení a úspora energie. V praxi se jedná zefektivnění procesů v údržbě, konstrukci i výrobě. Jedná se o nové a moderní zařízení z roku 2011, které je možno využít k výuce žáků a studentů či dalších zájemců z řad podniků. Naše stanice dovolují filtraci, směšování, řízení toku a množství, ohřev, ochlazování a dávkování kapaliny. Umožňuje velké množství úloh a problémů k řešení z oborů, které jsou velice časté v praxi, potravinářského, chemického a farmaceutického průmyslu. Sestava procesní automatizace Řízení dovoluje provádět celé pracovní sekvence stanic v automatickém cyklu. Sestava stanic PA je komfortně vybavena řídicími systémy, regulátory a ovládacími panely využívá vesměs průmyslové prvky (ventily, čerpadla, snímače a akční členy). Využitím zařízení PA se zabývá již práce Jana Kročáka, DiS. (KROČÁK, J., 2012), který řešil úvodní seznámení se stanicemi, funkcemi a možnostmi je přes ně řídit a propojení stanic s PC za pomoci EasyPort.

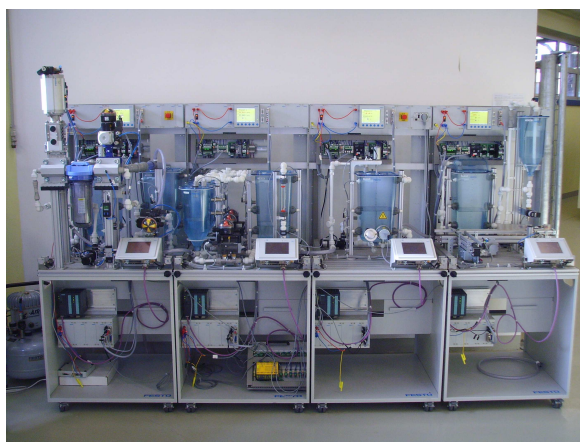
**Cílem** této práce je připravit podklady a úlohy k využívání dodané hardwarové pomůcky – ovládací panel IO Sim. Vytvořit základní popis stanice s vysvětlením průběhu. Práce s jeho využitím dovolí podrobněji poznat fungování každého prvku sestavy a jeho principů. Proto se bude práce zabývat srozumitelným návodem na připojení panelů, identifikaci signálů a využití tohoto zařízení.

Struktura této práce je následující. V kapitole 2 je seznámení s popisem a funkcemi stanic procesní automatizace. Kapitola 3 obsahuje popis ručního ovladače IO sim, jeho funkce a zapojení, kapitola 4 zadání úloh k ručnímu ovladači Io sim a jejich postupy a řešení. V následující kapitole 5 je popis diagnostiky při ručním ovládání a v kapitole 6 závěr se zhodnocením práce.

## Kapitola 2

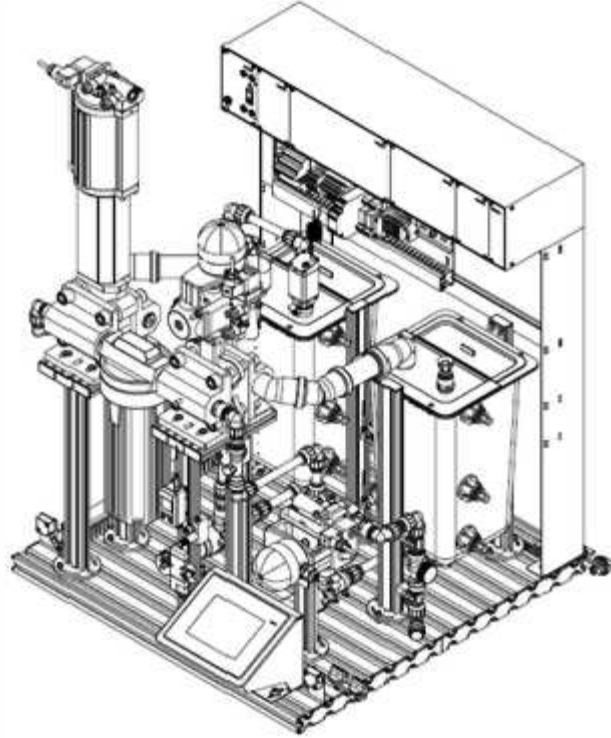
# Popis stanic procesní automatizace (PA)

Tato kapitola se bude zabývat základním popisem stanic procesní automatizace Festo s cílem seznámit se s prvky a jednotlivými částmi sestav. Kompletní sestava stanic se skládá z jednotlivých stanic, kterými jsou filtrační stanice (Filtration station), mixážní stanice (Mixing station), reaktorové stanice (Reactor station) a plnicí stanice (Bottling station). Sestava stanic má společné napájení tlakovým vzduchem, 4 bar tlak společné elektrické napájení 24V DC. Stanice jsou řízeny programovatelnými automaty Simatic S7 – 300 a PID regulátory Jumo Imago 500. Stanice jsou ovládány terminály s dotykovým displejem. Součástí řízení je speciální centrální bezpečnostní systém. Naše stanice Festo Didactic Learning System byla vytvořena, pro studijní účely v odborném vzdělání a oblasti automatizování procesů a technologie.



Obrázek 2.1: Procesní automatizace FESTO

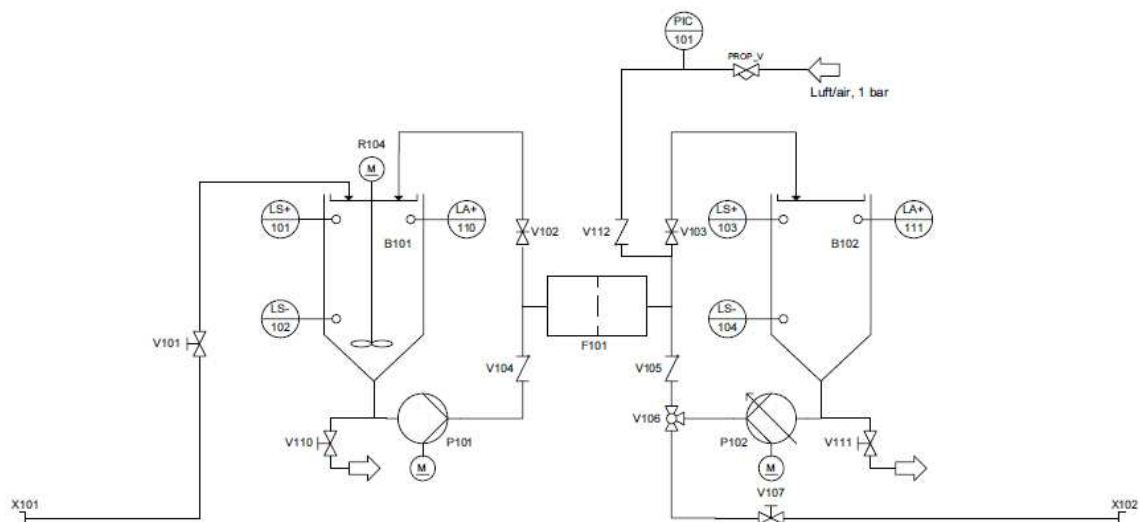
## 2.1 Filtrační stanice



Obrázek 2.2: Filtrační stanice  
(FUKA, J., 2011a)

### 2.1.1 Popis filtrační stanice

Výchozím prvkem filtrační stanice je nádrž se špinavou vodou (B101). Na nádrži jsou celkem 2 bezkontaktní spínače, které indikují výšku hladiny vody. V horní části je umístěn hladinový spínač, který zabezpečí, že stanice nemůže přetéci. Nádrž obsahuje míchadlo poháněné elektrickým motorem. Stanice dále obsahuje nádrž čisté vody (B102), jejíž vybavení je obdobné jako u nádrže špinavé vody (B101), neobsahuje však míchadlo. Ústředním prvkem stanice je filtr (F101). Dopravu kapaliny z jedné nádrže do druhé, případně následné stanice zabezpečují čerpadla (P101, P102). Tekutinový obvod je řešen plastovým potrubím. Směr proudění určují elektricky ovládané ventily: Šoupátkový nožový ventil (V102) a motýlový klapkový ventil (V103) v součinnosti se zpětnými ventily (V104, V105). Trojcestný ventil (V106) určuje, zda kapalina bude dopravována přes filtr, nebo do následné stanice.



Obrázek 2.3: Schématické znázornění filtrační stanice  
(FESTO, 2009)

### 2.1.2 Parametry filtrační stanice

Tabulka 2.1: Tabulka parametrů filtrační stanice

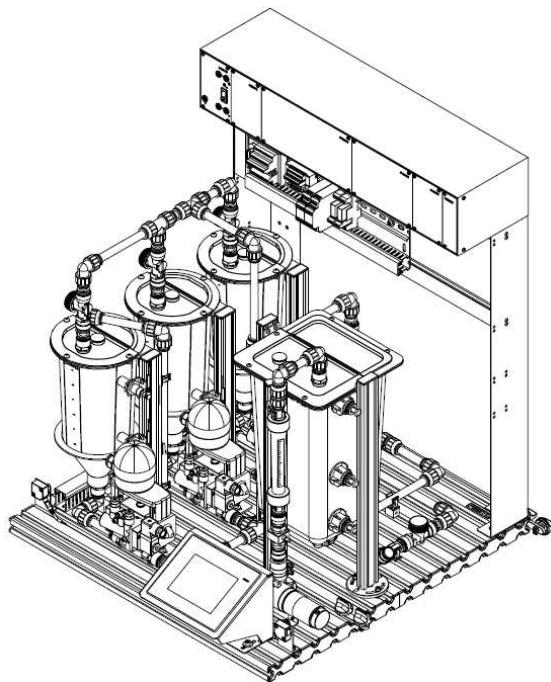
Parametry	Hodnoty
Průtok čerpadlem	0 – 6 l/min
Maximální průtok filtrem	13,04 l/min
Objem zásobníku špinavé vody	10 litrů
Objem zásobníku čisté vody	10 litrů
Počet digitálních vstupů	8
Počet digitálních výstupů	6
Počet analogových vstupů	1
Počet analogových výstupů	1(2)
Proporcionální regulátor tlaku	0 – 10 V
Snímač tlaku 0 – 10 bar	0 – 10 V

### 2.1.3 Činnost filtrační stanice

Stanici je možno ovládat v pracovním režimu ručního ovládání, kdy můžeme na dotykovém displeji aktivovat čerpadla, nebo otevření ventilů. V automatickém režimu filtrační stanice funguje dvěma možnostmi. První možností je filtrace špinavé vody, která je přes filtr dopravována do nádrže vody čisté. Tento režim není regulován. Druhou možností je tzv. „proplach“ filtru (rinsing – vyplachování), kdy je voda dopravována z nádrže čisté vody zpět přes filtr do nádrže špinavé vody. Při tomto režimu je regulován konstantní tlak před filtrem pomocí PID regulátoru.

Parametry této regulace je možno nastavit a optimalizovat. Regulace využívá elektronického analogového snímače tlaku a proporcionálního tlakového ventilu propV. Při práci v automatickém režimu je možno zvolit činnost bez a nebo s následnou stanicí.

## 2.2 Mixážní stanice



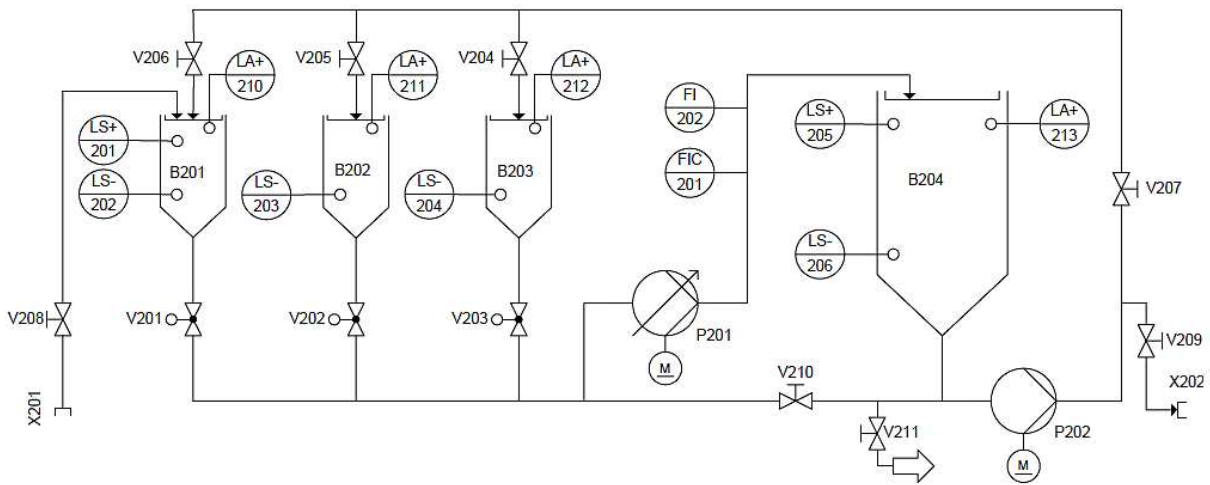
Obrázek 2.4: Mixážní stanice

(FUKA, J., 2011*d*)

### 2.2.1 Popis mixážní stanice

Mixážní stanice se skládá ze tří nádrží složek (B201, B202, B203) a 4 té nádrže směsi (B204), ve které se kapalina směšuje. S předchozí filtrační stanicí je tato stanice propojena trubkovým přívodem, který ústí do nádrže složek (B201). Z důvodu bezpečnosti je tato nádrž osazena kapacitním senzorem pro vysoký stav hladiny (2B2) a senzorem pro nízký stav hladiny (2B3). Nádoby (B202 a B203), mají senzory nízkého stavu hladiny (2B4, 2B5). Nádrže jsou dále zabezpečeny pomocí plovákových senzorů (2B10, 2B11, 2B12), které zabezpečují nádrže proti přetečení. Na vývodu z těchto tří nádrží jsou umístěny pneumaticky ovládané kulové ventily (V201, V202, V203) zvláště pro každou nádrž. Kapalina každé složky je vedena přes tyto ventily do jednoho plastového potrubí a dále je dopravována čerpadlem (P201) přes průtokový senzor (2B1) a vizuální snímač průtoku do směšovací nádrže (B204).

Směšovací nádrž je osazena kapacitním senzorem (2B6) pro vysoký stav hladiny dále senzorem (2B7) pro nízký stav hladiny a plovákovým senzorem (2B13), který zabezpečuje systém proti přetečení. Ze spodu mixážní nádrže dále kapalina může pokračovat do následné reaktorové stanice. Kapalina dále pokračuje okolo ručního ventilu (V210), který je momentálně zavřený a je spojený s trubkou spojující vývod od všech 3 nádrží složek. Kapalina pokračuje přes ruční ventil (V207) k vrchní části nádrží složek. K zadní nádrži složek (B203) prochází skrz ruční ventil (V204). Obdobně k prostřední nádrži (B202) přes ruční ventil (V205) a přední (B201) nádrži přes ruční ventil (V206).



Obrázek 2.5: Schématické znázornění mixážní stanice  
(FESTO, 2009)

## 2.2.2 Parametry mixážní stanice

Tabulka 2.2: Tabulka parametrů mixážní stanice

Parametry	Hodnoty
Průtok čerpadlem	0 – 6l /min
Měřicí zásobník	3 litry max.
Hlavní zásobník	10 l max.
Počet digitálních vstupů	8
Počet digitálních výstupů	6
Počet analogových vstupů	1
Počet analogových výstupů	1(2)
Počet zásobníků	4
Pohon motoru	0 – 10 V
Lopatkový senzor průtoku	Měřící rozsah 0.3 – 9l/min, 40 – 1200 Hz, převedeno na 0 – 10 V

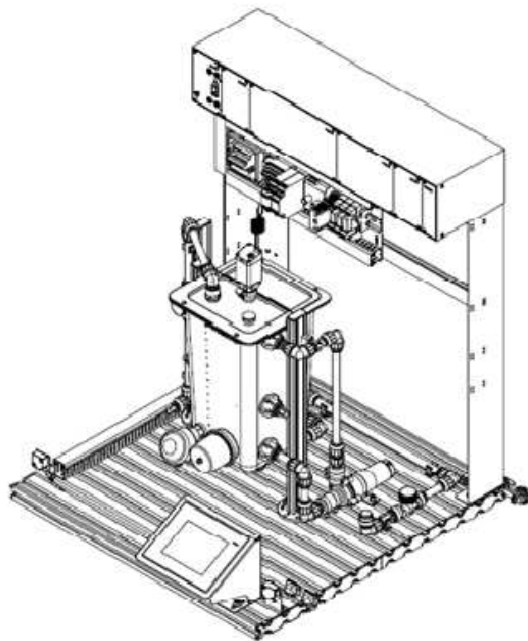


### 2.2.3 Činnost mixážní stanice

Hlavní pracovní funkcí této stanice je namíchat směs ze tří nádrží složek. Množství každé směsi je přepočítáno na čas, po který bude směs čerpána. Dodávané množství je řízeno za pomoci PID regulace. Takto si v automatickém režimu dokáže stanice sama namíchat požadovanou směs podle zvoleného receptu, který je buď pevně dán, nebo si ho můžeme navolit. V automatickém režimu máme možnost volit množství směsi a dále přepustit smíchanou směs ze směšovací nádrže do následné reaktorové stanice.

V ručním režimu máme také možnost vyrovnat hladinu v nádržích složek otevřením pneumaticky ovládaných kulových ventilů. Možností automatického režimu je také volba činnosti bez anebo s následnou stanicí.

## 2.3 Reaktorová stanice

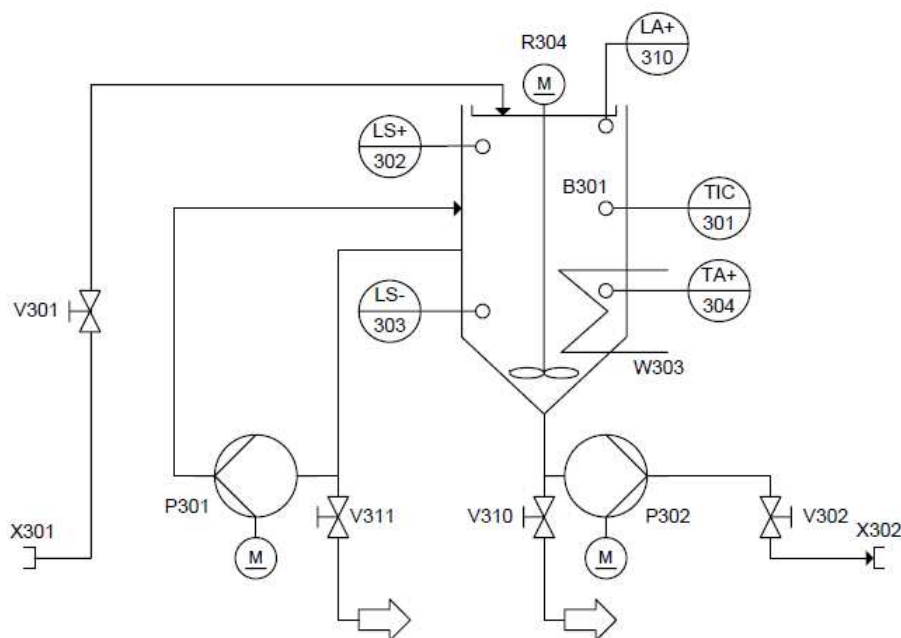


Obrázek 2.6: Reaktorová stanice

(FUKA, J., 2011c)

### 2.3.1 Popis reaktorové stanice

V reaktorové stanici se nachází objemná nádrž (B301). Z vrchu nádrže je umístěn motorek (R304), který slouží k míchání a rovnoměrnému rozložení teploty kapaliny uvnitř nádrže. Na boku nádrže se nacházejí dva kapacitní senzory (3B2) pro indikaci maximální provozní hladiny a (3B3) pro indikaci minimálního stavu hladiny. Dále je stanice zabezpečena plovákovým spínačem (3B10) pro kontrolu maximální hladiny zásobníku a její zabezpečení proti přetečení. V případě překročení maximální úrovně kapaliny v zásobníku se vypne napájení čerpadel. Z přední strany nádrže se v ní nachází topné těleso (W303) sloužící k ohřevu kapaliny. V těsné blízkosti je umístěn odporový senzor (3B1), který monitoruje aktuální teplotu v nádrži v °C. Odpor snímače je převeden převodníkem (3A2) na unifikovaný napěťový signál v rozmezí 0 – 10V. Dalším prvkem této stanice je motor (3M2) čerpadla (P301), který kapalinu ze spodu nádrže (B301) dopravuje zpět do horní části nádrže. Motor (3M3) čerpadla (P302) slouží k čerpání vody do následné stanice za otevřeného ručního ventilu (V302), v našem případě plnicí stanice. Nacházejí se zde ještě dva ruční ventily (V311, V310), kterými můžeme z této reaktorové stanice vypustit kapalinu.



Obrázek 2.7: Schématické znázornění reaktorové stanice  
(FESTO, 2009)

### 2.3.2 Parametry reaktorové stanice

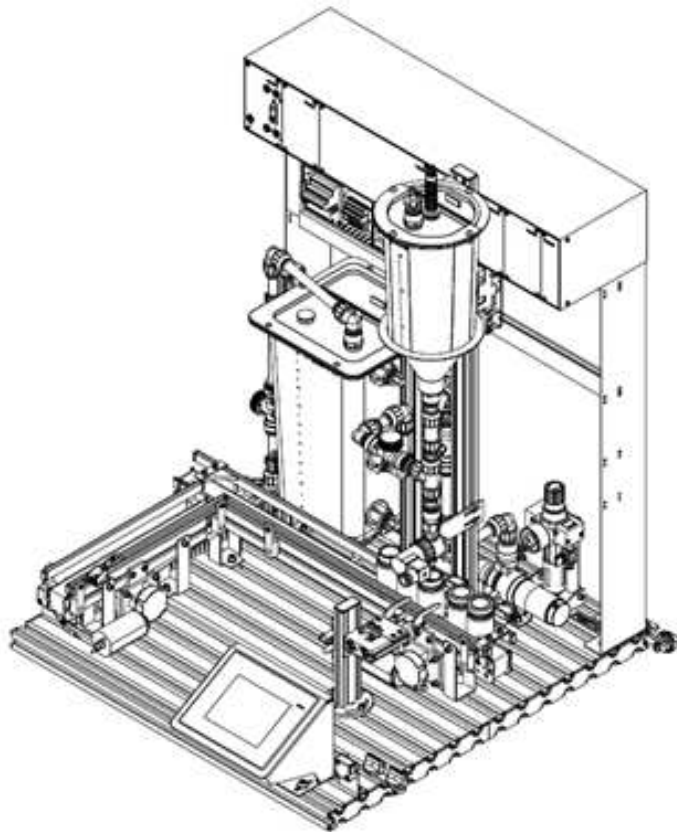
Tabulka 2.3: Tabulka parametrů reaktorové stanice

Parametry	Hodnoty
Elektrické napájení stanice	24 V DC/4,5 A
Průtok čerpadlem	0 – 6 l/min
Objem zásobníku	10 l max.
Flexibilní potrubní systém	DN15 (průměr 15mm)
Počet digitálních výstupů	5
Počet digitálních vstupů	4
Počet analogových vstupů	1
Počet analogových výstupů	1(2)
Počet zásobníků	1
Topná jednotka (0 – 1000W) 230 V AC	0 – 10 V (řídící U 24 V DC)
Čerpadla (0 – 24 V DC)	On/Of, 0 – 10 V (řídící U 24 V DC)
Míchadlo (0 – 24 V DC) s převodovkou je možné i analog. ovládání míchadla	On/Of, 0 – 10 V (řídící U 24 V DC)
Rozsah teploty	0°C až 60°C
Počet zásobníků	1

### 2.3.3 Činnost reaktorové stanice

Stanici je možno ovládat v pracovním režimu ručního ovládání, kdy můžeme na dotykovém displeji aktivovat čerpadla, nebo zapnutí topného tělesa. V automatickém režimu stanice se může reaktorová stanice ovládat více možnostmi. První možností je zahřívání kapaliny topným tělesem s jejím současným mícháním, aby se teplota vody rovnoměrně rozložila. Dále můžeme kapalinu přečerpávat ze spodní části nádrže do horní. Tímto rozprašováním jí ochlazujeme. Další možností je přečerpání vody do následné stanice pomocí druhého čerpadla. Při tomto režimu je regulována teplota vody v nádrži za pomoci PID regulátoru. Parametry této regulace je možno nastavit a optimalizovat. Regulace využívá odporového senzoru. Při práci v automatickém režimu je možno zvolit činnost následnou stanicí, nebo bez ní.

## 2.4 Plnicí stanice



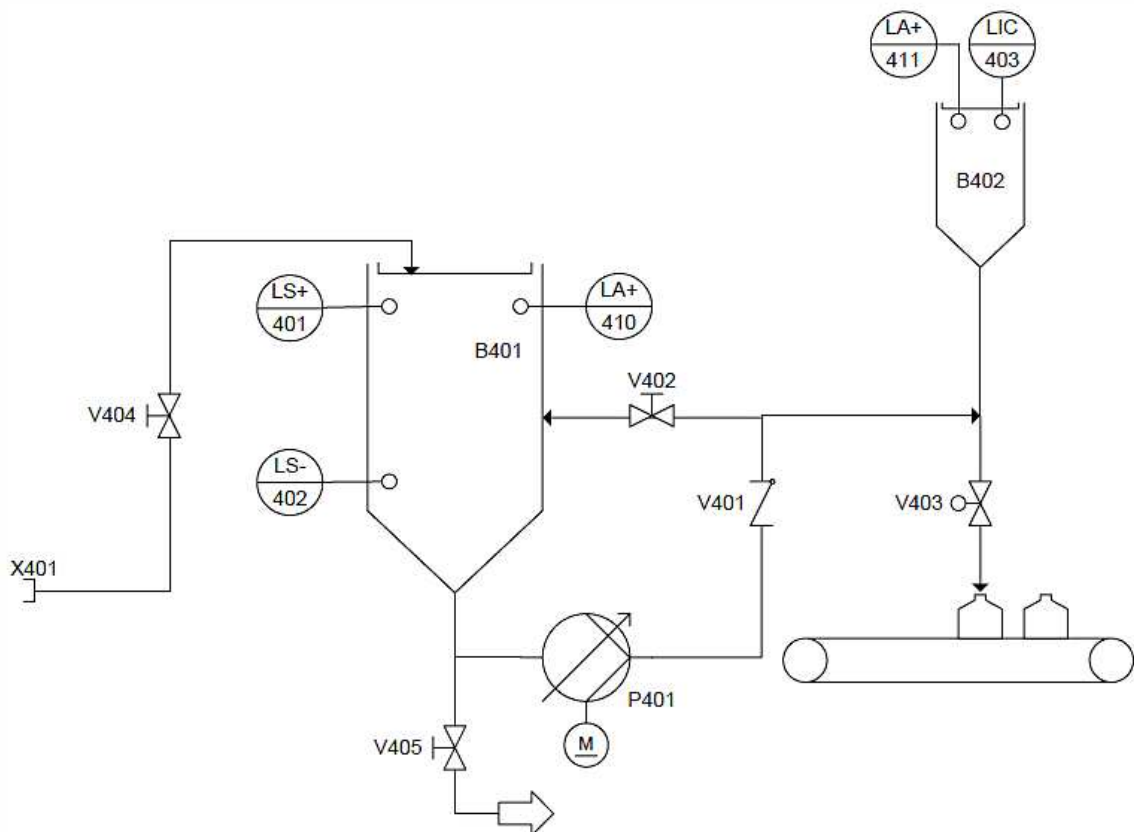
Obrázek 2.8: Plnicí stanice  
(FUKA, J., 2011b)

### 2.4.1 Popis plnicí stanice

Plnicí stanice se skládá z velké nádrže (B401), která je zabezpečena kapacitními čidly (4B2) pro vysoký stav hladiny a (4B3) pro nízký stav. Tato nádrž je také zabezpečena plovákovým spínačem (4B10) k zabezpečení proti přetečení kapaliny pomocné relé (4K10), které odpojí čerpadla v případě dosažení vysoké hladiny.

Propojení k předchozí stanicí ústí do nádrže (B401) ze shora, kde se nachází i ruční ventil (V404). Na spodní části nádrže vyústuje potrubí vedoucí buďto přes čerpadlo (P401) do napouštěcí nádrže (B402) z vrchu či vyústuje pryč ze stanice přes ruční ventil (V405). Dávkovací nádrž (B402) je opatřena plovákovým senzorem (4B11), zabezpečující ochranu proti přetečení vypnutím čerpadel prostřednictvím relé (4K10).

Tato nádrž má i ultrazvukový snímač hladiny, který snímá její výšku. Ze spodní strany dávkovací nádrže (B402) prochází kapalina plastovým potrubím přes dávkovací ventil (V403) do trysky, která plní nádoby kapalinou. Tyto nádoby na kapalinu jsou přemísťovány k dávkovacímu ventilu dvěma dopravníkovými pásy, které jsou opatřeny třemi optickými závory. První optická závora (4B4) snímá začátek pásového dopravníku, druhá je v pozici pro plnění pod dávkovacím ventilem (V403). Zde je umístěna dvojice závor ovládaná lineárním pneumatickým motorem (4 – 1A1), která slouží k postupnému polohování nádobek v poloze plnění. Na konci pásového dopravníku je třetí optická závora, která snímá přítomnost naplněné nádoby. Další plnění nádobek může pokračovat až po odebrání již naplněné nádoby.



Obrázek 2.9: Schématické znázornění plnící stanice  
(FESTO, 2009)

### 2.4.2 Parametry plnicí stanice

Tabulka 2.4: Tabulka parametrů plnicí stanice

Parametry	Hodnoty
Elektrické napájení stanice	24 V DC/4,5 A
Průtok čerpadlem	0 – 6 l/min
Maximální tlak v potrubí	0,5 bar (50kPa)
Objem hlavního zásobníku	10 l max.
Objem měřicího zásobníku	3 l max.
Flexibilní potrubní systém	DN15 (průměr 15 mm)
Počet analogových vstupů	1
Počet analogových výstupů	1(2)
Počet digitálních vstupů	8
Počet digitálních výstupů	6
Počet zásobníků	2
Čerpadla (0 – 24 V DC)s regulátorem motoru	On/Of , 0 – 10 V (řídící napětí 24 V DC)
Akustický senzor (analogový), elektrický	Měřicí rozsah 500 – 150 mm, 0 – 10 V

### 2.4.3 Činnost plnicí stanice

Stanici je možno ovládat v pracovním režimu ručního ovládání, kdy můžeme na dotykovém displeji spustit čerpadlo a naplnit z hlavní nádrže plnicí nádrž, či spustit pásové dopravníky. Jako další možnost je odpouštět z plnicí nádrže zpět vodu do hlavní nádrže ručním ventil. Jako u předcházejících stanic lze taktéž nádrže plnicí stanice vypustit. Za touto stanicí již následná stanice není, stanice je napojena na stanici první filtrační. V automatickém režimu můžeme volit buď plnění určitého počtu nádobek, nebo kontinuální plnění. V prvním případě dojde po spuštění cyklu k načerpání potřebného množství kapaliny do plnicí nádrže. Ve druhém případě dochází k regulaci stálého množství kapaliny v plnicí nádrži. Toto množství je snímáno ultrazvukovým snímačem a s využitím PID regulace je ovládáno čerpadlo, které nádrž plní.

# Kapitola 3

## Ruční ovládání Io sim



Obrázek 3.1: Ovladač IO sim

Io sim je zařízení, které slouží k výukovým účelům při ručnímu ovládání stanic PA Festo. Tímto ručním ovládáním nahrazujeme PID regulátor a automatický režim s dotykovými obrazovkami, které jsou zvlášť pro každou stanicí.

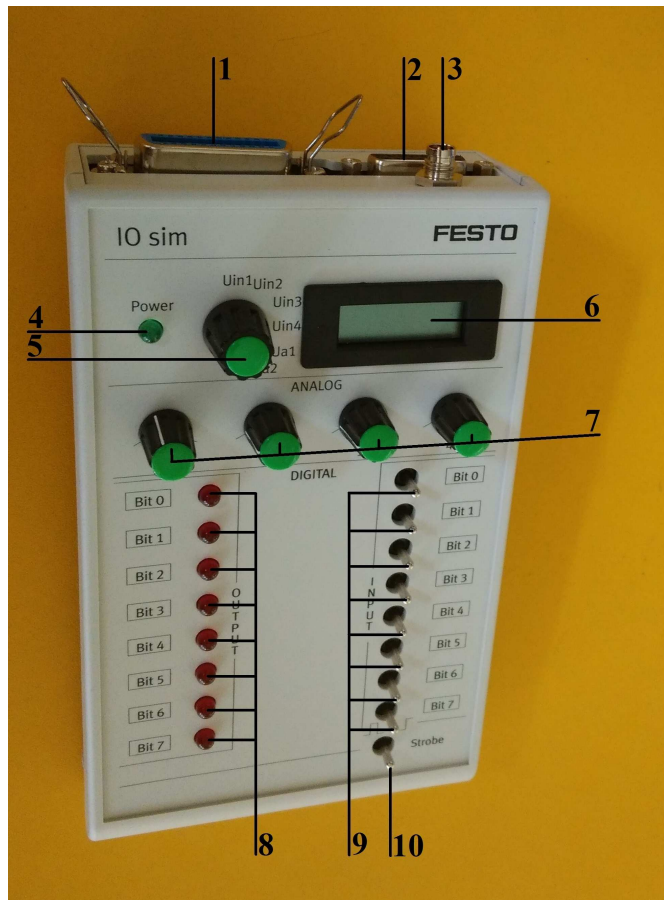
K dispozici na naší škole máme čtyři IO sim ovladače, pro každou stanici zvlášť. Toto ruční ovládání je velkým přínosem pro seznámení se stanicemi a názornými ukázkami funkcí při postupném ovládání stanic.

Vytvořil jsem návrh štítku na ovladač Io sim, který je vhodný k použití při plnění mnou zadaných úloh ve kapitole 4. Jako příloha na CD je přiložen soubor se jménem (štítek IO sim ovladače) k tisknutí. Tento štítek stačí vytisknout a popsat podle mnou zjištěných signálů, aby bylo patrné, k čemu slouží přepínače u každé stanice.

### 3.1 Konektory a ovládací prvky IO sim

IO sim zařízení na přední straně se skládá ze zelené indikační diody LED, která indikuje napájení ovladače. Vpravo od ní se nachází přepínač, kterým se přepínají signály ( $U_{in1}$ ,  $U_{in2}$ ,  $U_{in3}$ ,  $U_{a1}$ ,  $U_{a2}$ ). Po pravé straně se nachází zobrazovací displej sloužící pro zobrazování analogových hodnot při regulaci potenciometry. Pod displejem se nachází analogové ovládání přes čtyři analogové potenciometry (1, 2, 3, 4). Pod potenciometrem jedna je sloupec vstupních hodnot (OUTPUT). Kde se nachází sedm červených LED diod a ke každé je přiřazen jeden bit (Bit 0, Bit 1, Bit 2, Bit 3, Bit 4, Bit 5, Bit 6, Bit 7). Na protější straně se nachází (INPUT) a osm přepínačů s generací pulzů a k nimž je přiřazeno opět osm Bitů (Bit 0, Bitv1, Bit 2, Bit 3, Bit 4, Bit 5, Bit 6, Bit 7) a osmý přepínač je Strobe. Z vrchní části ovladače se nachází tři konektory. První z nich slouží k napájení 24V DC. Další dva jsou komunikační, skrze které se připojuje Simulátor IO a nahrazuje automatické ovládání skrze PLC. Na fotografii jsou jednotlivé popisky konektorů a ovládacích prvků IO sim.





Obrázek 3.2: Popis ovladače IO sim

Popisky:

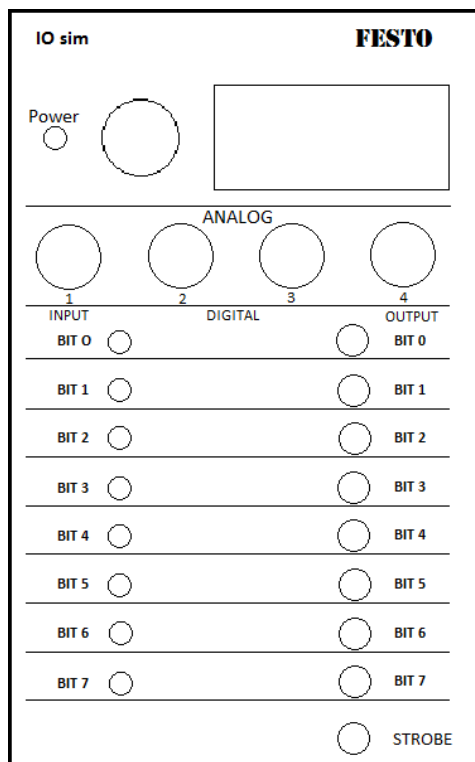
- (1) SysLink interface port (digital)
- (2) XMA4 (analog)
- (3) Konektor napájení 24 V DC (max. 4,5 A)
- (4) Power LED (červená)
- (5) Přepínač, kterým se přepínají signály vstupní (Uin1, Uin2, Uin3) a výstupní (Ua1, Ua2)
- (6) Display pro zobrazení analogových signálů
- (7) Čtyři analogové potenciometry (1, 2, 3, 4)
- (8) Indikační diody LED (Bit 0, Bit 1, Bit 2, Bit 3, Bit 4, Bit 5, Bit 6, Bit 7)
- (9) Přepínač (Bit 0, Bit 1, Bit 2, Bit 3, Bit 4, Bit 5, Bit 6, Bit 7)
- (10) Přepínač (STROBE) sloužící k hromadnému zapnutí/vypnutí signálů od přepínače (Bit 0 až Bit 7)

## 3.2 Funkce IO sim

Můžeme zadávat binární signály na jednotlivé akční členy stanice. Způsob zadávání jsou jednotlivá zadání, či postupná zadání. Také můžeme použít ovladače STROBE k vyslání signálů v jednom okamžiku. Můžeme sledovat signály senzorů stanice, které se nám zobrazují na červených LED. Velikost zadávané hodnoty analogových napětí vstupů Uin1 až Uin4 můžeme kontrolovat na displeji. Pomocí displeje můžeme také kontrolovat analogové hodnoty hodnot napětí na výstupech Ua1 a Ua2.

## 3.3 Štítek IO sim

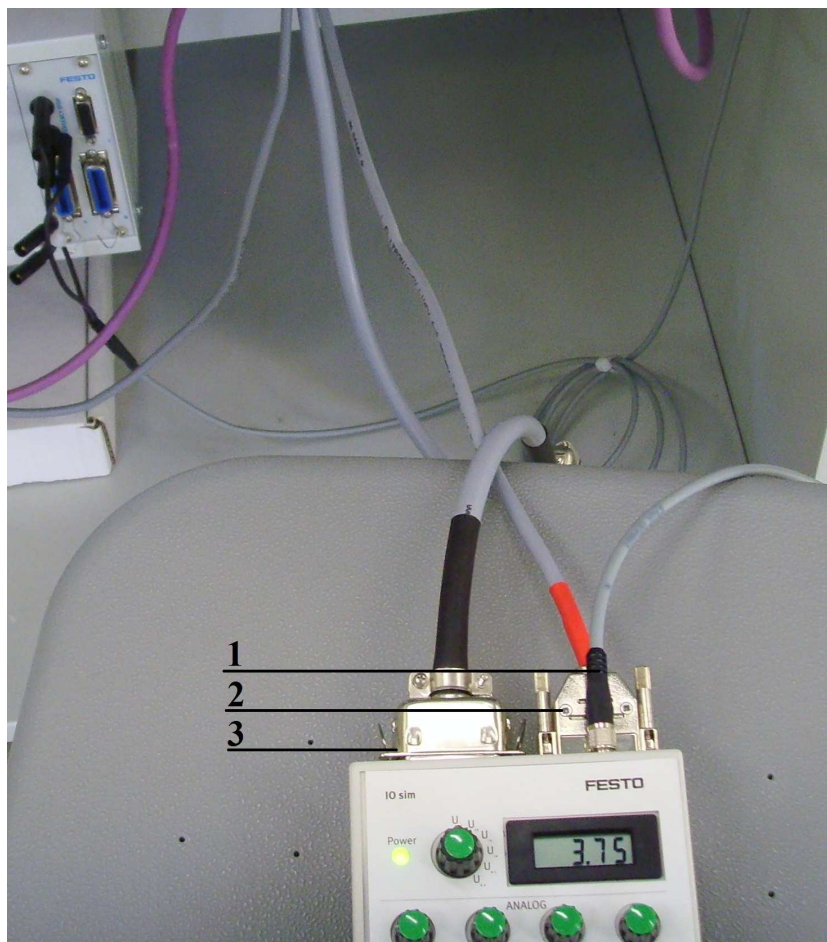
Pro výuku a popis byl vytvořen štítek IO sim, který je v originální velikosti ovládání a lze vytisknout. Následně je možnost si ho popsat již zdiagnostikovanými signály, které budou popsány v kapitole 4. Tudíž pro snadné ovládání vytiskneme čtyři štítky, pro každou ze stanic zvlášť. Tento štítek je přiložen na kompaktním disku.



Obrázek 3.3: Štítek IO sim

## 3.4 Připojení Io sim

Ruční ovládání se připojuje za použití 3 kabelů. Nejprve se odpojí kabely od stanice. A začne skrz redukční kabel spojovat s ručním ovladačem IO sim. Jako první se připojí kabel (XMA4), následně připojíme kabel (SysLink interface port) přes redukční kabel a nakonec napájecí vodič s kulatým konektorem. Toto zapojení je na následujícím obrázku.



Obrázek 3.4: Propojení

Popisky:

1. Konektor napájení 24 V DC (max. 4,5 A)
2. XMA4 (analog)
3. SysLink interface port (digital)



# Kapitola 4

## Úlohy

### 4.1 Úlohy filtrační stanice

#### 4.1.1 Signály IO sim a reakce

Bit	Kdy svítí LED:	Výstup zapnutého přepínače:
Bit 0	–	(1M1) indikační Led svítí a vytváří tlak vzduchu od filtru do (TANK B102).
Bit 1	Když čidlo (1B2) snímá kapalinu v polovině nádrže (TANK B101).	Spuštění čerpadla (P101).
Bit 2	Když čidlo (1B3) snímá kapalinu v minimu nádrže (TANK B101).	Spuštění čerpadla (P102).
Bit 3	Když čidlo (1B3) snímá kapalinu v minimu nádrže (TANK B102).	Otevírá motýlový klapkový ventil (V103) a zavírá šoupátkový nožový v. (V101)
Bit 4	Když čidlo 1B5 v nádrži TANK (B102) je na minimální hladině.	Přepíná třícestný kulový ventil (V106).
Bit 5	Při otevření třícestného ven.(1B6) a zavření nožového v. (V102).	Zapíná míchací vrtulku v nádrže (TANK B101).
Bit 6	Při přepnutí přepínače (Bit3), kdy ze zavře třícestný ventil (V106)	–
Bit 7	–	–

### 4.1.2 Úlohy

#### Bezpečnostní varování:

Dávejte si pozor na nedostatek vody, nebezpečí v podobě práce čerpadel nasucho, přehřátí kapaliny, zapomenutí na otevření ručních či IO sim ovladačem ovládaných ventilů.

**Příklad 4.1 (Filtrační st.):** Přefiltrování kapalinu z nádrže špinavé vody a dopravení jí do nádrže čisté vody.

*Postup řešení:* Připojit ovladač IO Sim namísto ovládání přes dotykovou obrazovku přes redukci. Na připojeném ovladači IO sim přepnout tlačítko (STROBE) do polohy 1. Zapnout přepínač (Bit5) a spustit tím míchání směsi v nádrži špinavé vody. Spustit přepínač (Bit2), který spustí čerpadlo (P101) přečerpávající vodu z nádrže špinavé vody (TANKB101) přes uzavřený šoupátkový nožový ventil (V102), filtr (F101), otevřený motýlový klapkový ventil (V103) z vrchu do nádrže čisté vody (TANK B102). Po přečerpání vypnout vše za pomoci přepínače (STROBE) na ovladači IO sim. ✓

**Příklad 4.2 (Filtrační st.):** Vypláchnout filtr tak, že použitím opačného postupu oproti předchozí úloze. Tudíž přečerpát vodu z nádrže čisté vody do nádrže špinavé vody.

*Postup řešení:* Na připojeném ovladači IO sim přepnout tlačítko (STROBE) do 1. Zapnout přepínač (Bit 0), díky kterému se zapne regulace konstantního tlaku vzduchu před filtrem, která za pomoci proporcionálního ventilu připouští redukováný tlak na místo měření. Tím se docílilo kvalitního proplachu filtru. Přepnout spínač (Bit 3), díky kterému umožníme průchod čisté vody přes třicístý ventil (V103), filtr (F101) a nožový ventil (V102) do nádrže špinavé vody (TANK B101). Po napuštění opět vypnout (STROBE) a tím se vypnou všechny signály a funkce, co byli navoleny na přepínačích. ✓

**Příklad 4.3 (Filtrační st.):** Přepustit vodu z nádrže čisté vody do následné mixážní stanice.

*Postup řešení:* Na připojeném ovladači IO sim přepnout tlačítko (STROBE) do polohy 1. Zjistit, zda je ruční ventil (V107) a (V208) na následující stanici) otevřený a v případě, že ne, tak je otevřít. Zapnout přepínač (Bit4) a tím umožnit průchod vody přes třicístý ventil (V106) do následující mixážní stanice. Poté přepnout (Bit2), díky kterému se zapne čerpadlo (P102), které odebere vodu z nádrže (TANK B102) a napustí jí do nádrže (TANK B201) na následující mixážní stanici. ✓

## 4.2 Úlohy mixážní stanice

### 4.2.1 Signály IO sim a reakce

Bit	Kdy svítí LED:	Výstup zapnutého přepínače:
Bit 0	–	Zapnutí čerpadla (P201).
Bit 1	Když čidlo (2B2) snímá kapalinu v max. stavu nádrže TANK B201.	Zapnutí čerpadla (P202).
Bit 2	Když čidlo (2B3) snímá kapalinu v polovině nádrže TANK B201.	Otevírání třicestného ventilu (V201).
Bit 3	–	Otevírání kulového ventilu (V202).
Bit 4	–	Otevírání kulového ventilu (V203).
Bit 5	Když čidlo (2B6) snímá kapalinu v polovině nádrže TANK B204.	–
Bit 6	Když čidlo (2B7) snímá kapalinu v min. nádrže TANK B204.	–
Bit 7	–	–

### 4.2.2 Úlohy

**Bezpečnostní varování:** Dávejte si pozor na nedostatek vody, nebezpečí v podobě práce čerpadel nasucho, přehřátí kapaliny, zapomenutí na otevření ručních či IO sim ovladačem ovládaných ventilů.

**Příklad 4.4 (Mixážní st.):** Vyprázdněte první a třetí nádrže složek do nádrže směsi.

*Postup řešení:* Na připojeném ovladači IO sim přepneme tlačítko (STROBE) do 1. Zapneme přepínač (Bit2, Bit3, Bit4), díky kterému otevřeme kulové ventily bránící úniku

vody z nádrží složek (TANK B201, TANK B202, TANK B203). Poté zapneme (Bit0) a jím spustíme čerpadlo (P201) přečerpávající směs do nádrže směsi (TANK B204). Poté uzavřeme kulové ventily (TANK B201, TANK B202, TANK B203). ✓

**Příklad 4.5 (Mixážní st.):** Kapaliny z nádrže směsi zpět přečerpajte do třech nádrží složek tak, aby hladiny byly totožné.

*Postup řešení:* Zjistíme, zda je ruční ventil (V207, V206, V205, V204) otevřený a v případě, že ne, tak je otevřeme. Zapneme přepínač (Bit4). Zapneme přepínač (Bit1) a počkáme na přečerpání kapaliny z nádrže směsi (TANK B204). Poté přepneme přepínač (Bit2, Bit3, Bit4), díky kterému otevřeme kulové ventily bránící úniku vody z nádrží složek (TANK B201, TANK B202, TANK B203), díky čemuž se kapalina v těchto nádržích složek vyrovná do stejného objemu. Po vyrovnání hladin přepneme přepínač (STROBE), který zruší všechny navolené přepínače. ✓

**Příklad 4.6 (Mixážní st.):** Čtvrtinu obsahu kapaliny z každé nádrže složek přečerpajte do nádrže směsi. Poté tuto kapalinu přečerpajte do následující reaktorové stanice, až zcela vyprázdníte nádrž.

*Postup řešení:* Zjistíme, zda je ruční ventil (V209) a na reaktorové stanici (V301) otevřený a v případě, že ne, tak je otevřeme. Ruční ventil (V207) zavřeme. Poté přepneme přepínač (Bit2, Bit3, Bit4), díky kterému otevřeme kulové ventily bránící úniku vody z nádrží složek (TANK B201, TANK B202, TANK B203), což nám umožní rovnoměrně přečerpat vodu do následující stanice. Zapneme přepínač (Bit0) a přečerpáme požadované množství do nádrže směsi (TANK B204). Následně přepneme přepínač (Bit1) a přečerpáme kapalinu do následující reaktorové stanice. ✓



## 4.3 Úlohy reaktorová stanice

### 4.3.1 Signály IO sim a reakce

Bit	Kdy svítí LED:	Výstup zapnutého přepínače:
Bit 0	–	Spuštění spirály (3M1).
Bit 1	–	Spuštění čerpadla (P301).
Bit 2	–	Spuštění čerpadla (P302).
Bit 3	–	Spuštění vrtulky (3M4) v nádrži (TANK B301).
Bit 4	–	–
Bit 5	–	–
Bit 6	–	–
Bit 7	–	–

**Bezpečnostní varování:** Dávejte si pozor na nedostatek vody, nebezpečí v podobě práce čerpadel nasucho, přehřátí kapaliny, zapomenutí na otevření ručních či IO sim ovladačem ovládaných ventilů.

**Příklad 4.7 (Reaktorová st.):** Nahřejte kapalinu do té míry, než se změní zelená dioda na spirále (3M1) na červenou diodu. Poté vypněte spirálu.

*Postup řešení:* Na připojeném ovladači IO sim přepneme tlačítko (STROBE) do 1. Zapneme přepínač (Bit0) a tím spustíme nahřívání spirály (3M1). Poté počkáme, až se zelená indikační LED dioda změní na červenou a poté to vypneme. ✓

**Příklad 4.8 (Reaktorová st.):** Zapněte vrtulku k rozptýlení teploty v nádrži. Poté spustě chladicí okruh se stříkající kapalinou z vrchu nádrže. Ochlad'te tak obsah nádrže. Poté chlazení vypněte.

*Postup řešení:* Zapneme přepínač (Bit3) a tím roztočíme vrtulku (3M4), která nám rozptýlí teplotu kapaliny po nádrži. Poté zapneme přepínač (Bit1), který spustí čerpadlo (P301) a vhání kapalinu z vrchu nádrže (TANK B301) je vstřikovávána dovnitř. Po ochlazení vypneme všechny přepínače . ✓

**Příklad 4.9 (Reaktorová st.):** Přepusťte kapalinu z nádrže do následné plnicí stanice.

*Postup řešení:* Zjistíme, zda je ruční ventil (V302) a na následující plnicí stanici (V404) otevřený a v případě, že ne, tak je otevřeme. Poté přepneme přepínač (Bit2) a čekáme na přečerpání kapaliny do následující plnicí stanice. Po úspěšném přečerpání přepneme všechny přepínače do původní polohy i přepínač STROBE. ✓

## 4.4 Úlohy plnicí stanice

### 4.4.1 Signály IO sim a reakce

Bit	Kdy svítí LED:	Výstup zapnutého přepínače:
Bit 0	–	Zapíná čerpadlo (P401).
Bit 1	–	Spouští dávkovací ventil (V403).
Bit 2	–	Spouští motůrky (4M31, 4M32), které pohání pásové dopravníky.
Bit 3	Když čidlo (4B4) zaznamená kalíšek na začátku pásových dopravníků.	Spouští dvojici závor ovládané lineárně pneumatickým motorem (4 – 1A1).
Bit 4	Když čidlo (4B5) zaznamená kalíšek na pásových dopravnících pod nálevkou.	–
Bit 5	Když čidlo (4B6) zaznamená kalíšek na konci pásových dopravníků.	–
Bit 6	–	–
Bit 7	–	–

**Bezpečnostní varování:** Dávejte si pozor na nedostatek vody, nebezpečí v podobě práce čerpadel nasucho, přehřátí kapaliny, zapomenutí na otevření ručních či IO sim ovladačem ovládaných ventilů.

**Příklad 4.10 (Plnicí st.):** Přepusť z hlavní nádrže vodu do plnicí nádrže do poloviny na hodnotu 2.

*Postup řešení:* Na připojeném ovladači IO sim přepneme tlačítko (STROBE) do 1. Přepnete přepínač (Bit0) a tím zapneme čerpadlo (P401), které nám přečerpává vodu z hlavní nádrže (TANK B401) do plnicí nádrže (TANK B402). Po naplnění nádrže na požadovanou hodnotu vrátíme přepínače do původní polohy. ✓

**Příklad 4.11 (Plnicí st.):** Polož tři kalíšky na vodu na začátek pásů a dopravte je k naplnění. Náplň je a po naplnění všech tří kalíšků je vylité svrchu do hlavní nádrže.

*Postup řešení:* Spustíme dopravníkový pás skrze přepínač (Bit2). Vezmeme tři kalíšky a položíme je na začátek pasu za sebe. Počkáme, až se přemístí před závory. Poté stiskneme přepínač (Bit3) a tím se nám dostane kalíšek mezi čelisti a pod dávkovací ventil (V403). Naplníme kalíšek skrz zapnutí přepínače (Bit1) s následným zapnutím přepínače (Bit3), kterým pošleme kalíšek dál po páse z čelistí a po opětovném zmáčknutí (Bit3) se nám dopraví pod dávkovací ventil (V403) další prázdný kalíšek. Takto pokračujeme, než naplníme všechny tři kalíšky. Které se nám tam nevejdou. Poté je vylijeme do hlavní nádrže (TANK B401). A vrátíme přepínače na původní polohu. ✓

**Příklad 4.12 (Plnicí st.):** Doplňte plnicí nádrž do maximálního stavu a následně ji upusťte do hlavní nádrže.

*Postup řešení:* Přepneme přepínač (Bit0) a tím se nám zapne čerpadlo (P401) a napustíme jím plnicí nádrž (TANK B402). Po napuštění povolíme ruční ventil (V402) a ručně odpustíme do hlavní nádrže vodu na požadovanou hodnotu. ✓



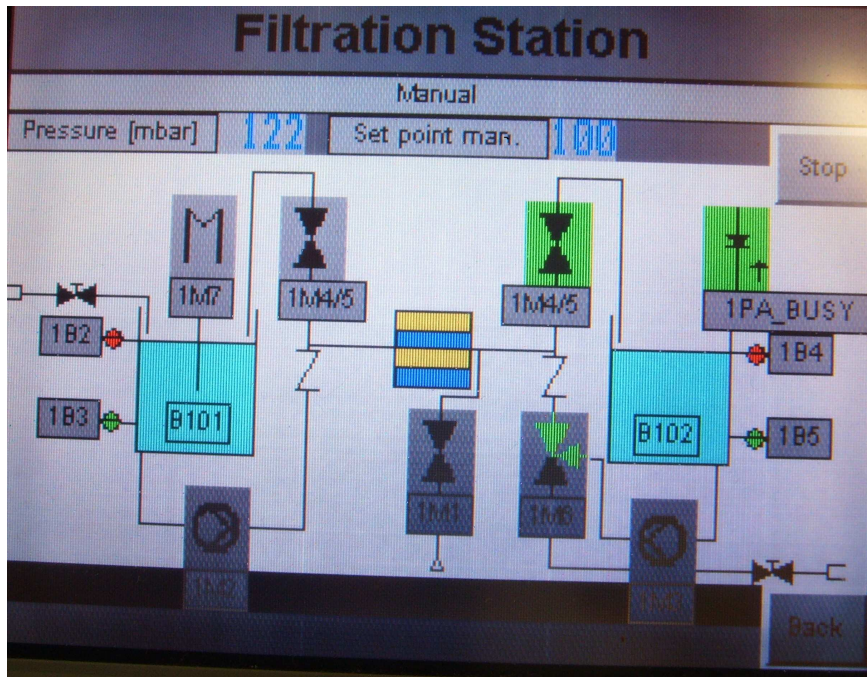
# Kapitola 5

## Nastavování a diagnostika stanice

Io sim ovladání je velice vhodné a užitečné použít při diagnostice a nastavování stanice. Kupříkladu při seřizování, v našem případě šoupátkového nožového ventilu, klapky a kulového ventilu. Taktéž při kontrole jejich funkčnosti bez zapojeného automatického režimu a PID regulátoru.

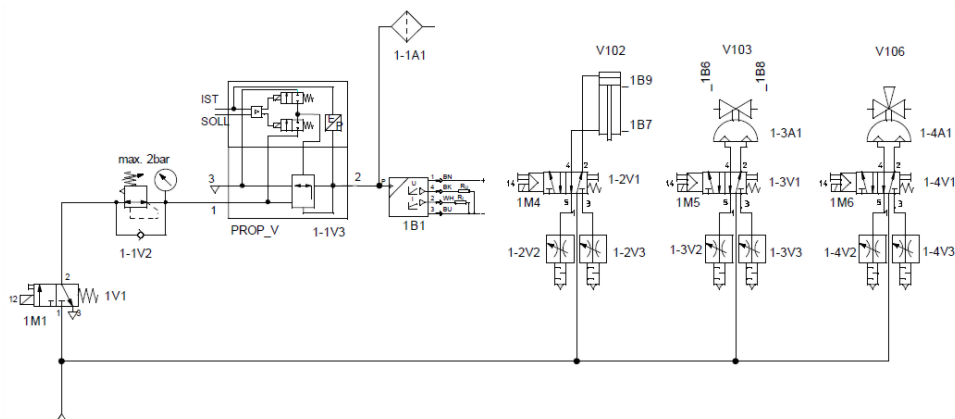
Hlavní výhodou je, že podle návodu k diagnostice stačí mít pouze IO sim ovladač a plochý šroubovák díky čemuž se snadno naladí požadovaná rychlost vyjždění a zajíždění. Stačí se řídit se zde vytvořenými postupy, které je zde přiloženy. Proto je tento popis a návod použitelný i pro studenty v případě demonstrace použití každého z ventilů pro svůj druh určení skrze jeho porovnání a možnost ruční regulace rychlosti.

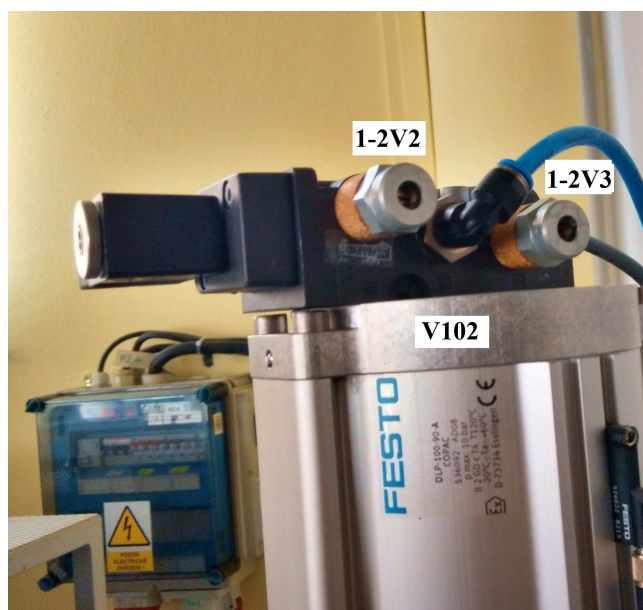
Pro ulehčení diagnostiky, bez použití automatického režimu jsem připravil návod, který popisuje řešení diagnostiky a nastavování stanic za použití jednoduchého postupu. Používají se pouze základní pomůcky, jako je IO sim ovladač a plochý šroubovák. Tudíž při pravidelné kontrole zařízení lze postupně kontrolovat každý prvek stanice. Jako je například regulace rychlosti otevírání a zavírání ventilů jako v našem případě například: Šoupátkový nožový ventil (V102), trojcestný ventil (V106), motýlkový klapkový ventil (V103), kulového ventilu (V201), (V202), (V203), čerpadel míchacích vrtulek a ostatních prvků stanic.



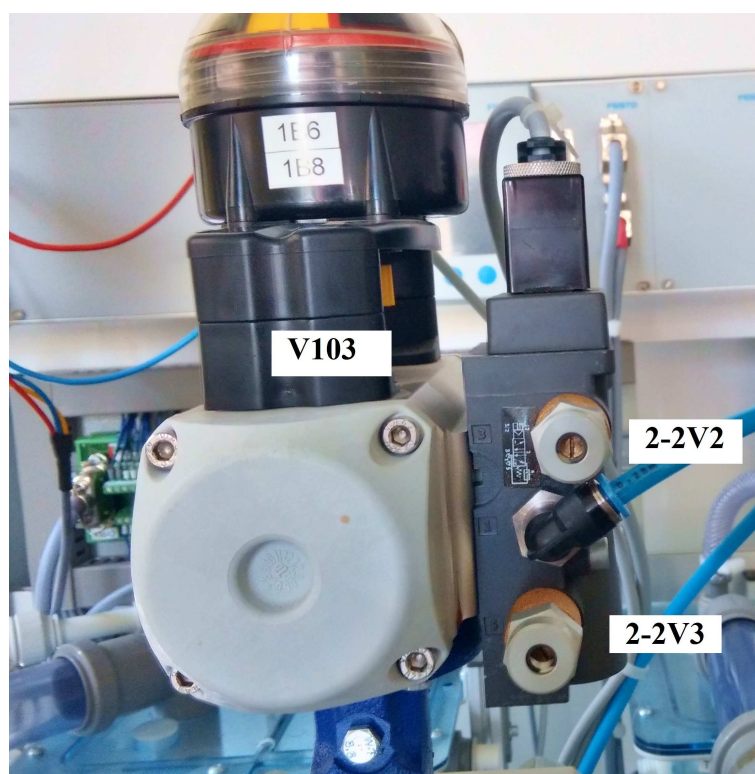
Obrázek 5.1: Automatický režim

## 5.1 Pneumatické schéma filtrační stanice a fotografie

Obrázek 5.2: Pneumatické znázornění filtrační stanice  
(FESTO, 2009)

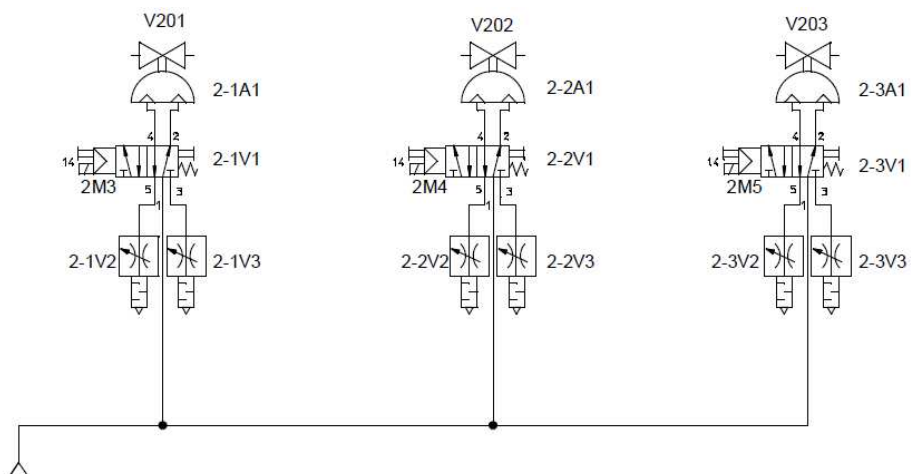


Obrázek 5.3: Foto stanice filtrační (V102)

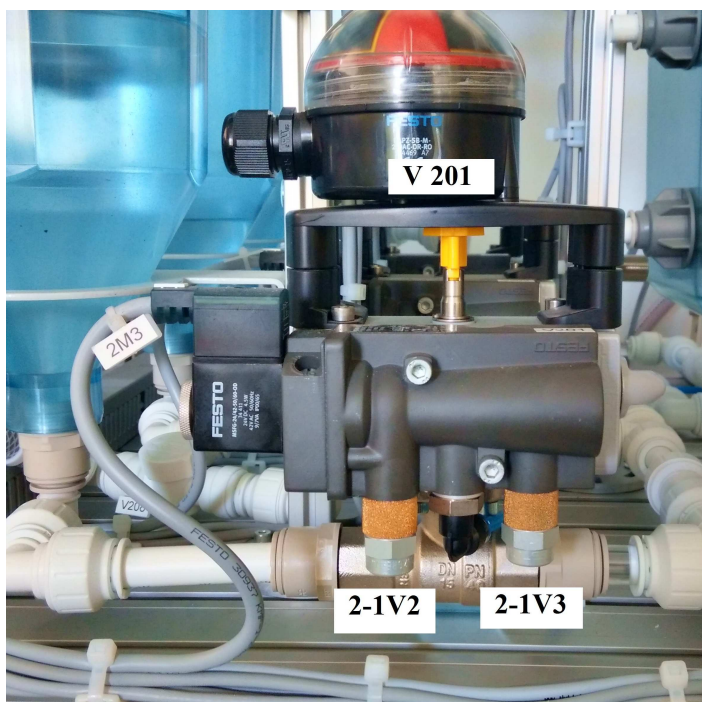


Obrázek 5.4: Foto stanice filtrační (V103)

## 5.2 Pneumatické schéma mixážní stanice a fotografie



Obrázek 5.5: Pneumatické znázornění mixážní stanice  
(FESTO, 2009)



Obrázek 5.6: Foto stanice mixážní (V201)



## 5.3 Postup při regulaci otevírání a zavírání ventilů filtrační stanice

### 5.3.1 Postup filtrační stanice

#### Regulace rychlosti nožového ventilu (V102):

- Aktivujeme uzavírání ventilu (Bit 3 = log.1)
- Regulačním prvkem (1 – 2V2) nastavujeme požadovanou rychlost zavírání
- Obdobně aktivujeme otevírání ventilu (Bit 3 = log.0)
- Regulačním prvkem (1 – 2V3) nastavujeme požadovanou rychlost otevírání

#### Regulace rychlosti klapky (V103):

- Aktivujeme uzavírání ventilu (Bit 3 = log.0)
- Regulačním prvkem (2 – 2V2) nastavujeme požadovanou rychlost zavírání
- Obdobně aktivujeme otevírání klapky (Bit 3 = log.1)
- Regulačním prvkem (2 – 2V3) nastavujeme požadovanou rychlost otevírání

#### Regulace rychlosti trojcestného ventilu (V106):

- Aktivujeme uzavírání ventilu (Bit 4 = log.1)
- Regulačním prvkem (1 – 4V2) nastavujeme požadovanou rychlost zavírání
- Obdobně aktivujeme otevírání trojcestného ventilu (Bit 4 = log.0)
- Regulačním prvkem (1 – 4V3) nastavujeme požadovanou rychlost otevírání

### 5.3.2 Postup mixážní stanice

**Regulace rychlosti kulových ventilů (V201, V202, V203):**

- Aktivujeme uzavírání ventilů (Bit 2, Bit 3, Bit 4 = log.1)
- Regulačním prvkem (2 – 1V2, 2 – 2V2, 2 – 3V2) nastavujeme požadovanou rychlost zavírání
- Obdobně aktivujeme otevírání ventilu (Bit 2, Bit 3, Bit 4 = log.0)
- Regulačním prvkem (2 – 1V3, 2 – 2V3, 2 – 3V3) nastavujeme požadovanou rychlost otevírání

# Kapitola 6

## Závěr

Závěrem bych se ohlédl za dosaženými výsledky a stavu splněných úkolů. Hlavní cíl vytvořit popis a soubor úloh pro každou stanicí pomocí ručního ovládání IO sim byl splněn. V popise jsem se zabýval sestavou stanic a podrobně jednotlivými stanicemi. U každé stanice je uveden popis všech hlavních dílů, kde jsem přiblížil veškerou dokumentaci, která je ke stanici dodávána výrobcem (elektrické, pneumatické, regulační schéma. Prostředek IO sim jsem přiblížil formou popisu vlastností a funkcí. Zabývám se připojením modulu IO sim ke stanici, z práce je jasné, jak se jednotka připojí ke každé ze stanic. Důležitou část práce tvoří seznam vstupních a výstupních signálů pro filtrační, směšovací, reaktorovou a plnicí stanici. Důležitou částí jsou uvedené příklady pro IO sim. Uvedl jsem podrobný postup a diagnostiku ovladače a signálů.

Hlavní částí práce je vytvoření diagnostiky ventilů, ladění rychlosti jejich otevírání a zavírání a diagnostiky bez automatického režimu za pomoci PID regulátoru a ovládacího panelu. Velice užitečné může být i detailní pojednání o nastavování rychlosti za pomocí akčních členů (pneumotorů). Tyto postupy jsou zásadní pro ožívování, nastavování a správný provoz stanic procesní automatizace. Navrhl jsem štítek na ovladač Io sim pro možnost potisku zjištěnými funkcemi přepínačů. To přinese lepší používání při plnění úloh a při seznamování se stanicemi.

Nezdařila se komunikace s analogovými signály, za pomoci kterých jsem chtěl regulovat rychlost čerpadel. Bohužel se mi nepovedlo nakomunikovat ovládání Io sim se stanicemi tak, abych mohl pozvolna regulovat za pomoci čtyř analogových potenciometrů. Tato skutečnost může být podnětem pro pokračování v mé práci formou například absolventských prací, nebo žákovských projektů.

Na závěr své práce bych chtěl vyjádřit přsvědčení, že mnou vytvořený materiál bude užitečný ve výuce žáků a studentů, případně i pro zájemce o procesní automatizaci

a řízení. Svůj přínos vidím hlavně v možnosti ladění, nastavování, předvádění a diagnostiky za pomoci mých materiálů a ovladače IO sim.

# Literatura

FESTO (2009), MPS, Master's thesis.

FUKA, J. (2011*a*), FILTRAČNÍ STANICE FESTO NÁVOD K OBSLUZE, (Učební text), VOŠ, SŠ, COP v Sezimově Ústí, COP, Sezimovo Ústí.

FUKA, J. (2011*b*), PLNÍČÍ STANICE FESTO NÁVOD K OBSLUZE, (Učební text), COP,SŠ,VOŠ v Sezimově Ústí, COP, Sezimovo Ústí.

FUKA, J. (2011*c*), REAKTOROVÁ STANICE FESTO NÁVOD K OBSLUZE, (Učební text), COP,SŠ,VOŠ v Sezimově Ústí, COP, Sezimovo Ústí.

FUKA, J. (2011*d*), SMĚŠOCACÍ STANICE FESTO NÁVOD K OBSLUZE, (Učební text), COP,SŠ,VOŠ v Sezimově Ústí, COP, Sezimovo Ústí.

KROČÁK, J. (2012), Procesní automatizace festo, (Absolvantská práce), VOŠ, SŠ, COP Sezimově Ústí, Sezimovo Ústí.



# Příloha A

## Obsah přiloženého CD

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

- PA FESTO 2014: *Složka obsahující kompletní AP a přílohy*
  - Filtrační stanice: *Filtrační stanice a její podklady*
  - Směšovací stanice: *Směšovací stanice a její podklady*
  - Reaktorová stanice: *Reaktorová stanice a její podklady*
  - Plnicí stanice: *Plnicí stanice a její podklady*
  - Manual: *Originální manuál*
  - štítek IO sim ovladače.jpg: – štítek AP ve formátu .JPG
- Riecan\_AP\_2013\_2014.pdf – absolventská práce ve formátu PDF





# Příloha B

## Použitý software

- **Adobe Reader**  $\langle$ <http://get.adobe.com/cz/reader> $\rangle$
- **L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X**  $\langle$ <http://www.miktex.org> $\rangle$
- **Windows XP**  $\langle$ <http://windows.microsoft.com/cs-cz/windows/home> $\rangle$
- **WinEdt 5.3**  $\langle$ <http://www.miktex.org> $\rangle$

Software z výše uvedeného seznamu je buď volně dostupný, nebo je toho času jeho vlastníkem 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	Počet dnů/hodin	Termín ukončení	Splněno
Zjišťování informací k Absolventské práci	5 h	6.11.2013	6.11.2013
Rozbor problematiky PA	19 dnů	25.11.2013	25.11.2013
Stanovení cílů AP s vedoucím AP.	7 dnů	2.12.2013	2.12.2013
Seznámení se se stanicemi PA a simulátoru IO SIM TN526863, vytvoření základní foto-dokumentace.	18 dnů	20.12.2013	20.12.2013
Vytvoření popisu stanic.	17 dnů	6.1.2014	7.1.2014
Práce se stanicemi IO SIM, připojení a identifikace signálů.	2 týdny	20.1.2014	20.1.2014
Dokumentování IO SIM, zapsání do práce (tvorba celkové dokumentace k ovladači IO sim).	2 týdny	4.2.2014	10.2.2014
Návrh a vytvoření praktických úloh k IO SIM, jejich ověření.	3 týdny	25.2.2014	29.2.2014
Dopracování úloh a použití ručního ovladače IO sim při diagnostice stanic.	3 týdny	18.3.2014	18.3.2014
Finalizace Absolventské práce .	2 týdny	1.4.2014	7.4.2014
AP: kapitola Úvod	10 dnů	11.4.2014	13.4.2014
AP: kompletní text	14 dnů	25.04.2014	15.5.2014