

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA,  
CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY



# ABSOLVENTSKÁ PRÁCE

Elektropneumatický manipulátor

Sezimovo Ústí, 2014

Autor: Pavel Zach



## ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **Pavel Zach**  
Obor studia: 26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy  
Název práce: **Elektropneumatický manipulátor**  
Anglický název práce: **Electropneumatic manipulator**

### Zásady pro vypracování:

1. Zdokumentujte elektropneumatický manipulátor Festo.
2. Proveďte oživení manipulátoru.
3. Navrhněte řízení manipulátoru tak, aby automaticky třídil obrobky podle zvolených kritérií. Sestavte program třídění v jazyce SFC.
4. Předved'te automatický cyklus třídění.
5. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.

### Doporučená literatura:

- [1] CROSER, P. A KOL., *Úvod do pneumatiky. Učebnice*. Festo Didactic KG, Esslingen 2002.
- [2] BLIESENER, R. A KOL., *Programovatelné logické automaty. Učebnice*. Festo Didactic GmbH, Denkendorf 2002.
- [3] FESTO DIDACTIC, GmbH. *MPS Technical details [CD]*. 2006.

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 30.4.2014



\_\_\_\_\_  
podpis

## Poděkování

Rád bych touto cestou vyjádřil poděkování Ing. Janu Fukovi za jeho trpělivost, cenné rady, inspiraci a diskuse nejen při vypracování této diplomové práce. A panu Ing. Jiřímu Roubalovi, Ph.D. za pomoc s programem L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.

## Anotace

Tato absolventská práce se zabývá problematikou pneumatických pohonů, elektroniky a řízení pomocí programovatelných automatů. Nejprve je vytvořen přehled jednotlivých komponentů manipulátoru FESTO. Následně je vytvořen program řízení pro elektropneumatický manipulátor prostřednictvím programového prostředí Zelio soft 2 v jazyce FBD. Nakonec jsou vytvořena elektrická a pneumatická schémata pro manipulátor pomocí programů FluidDRAW a autoCAD.

**Klíčová slova:** PLC, Zelio Soft 2, FluidDRAW, SFC, FBD, pneumatické systémy, elektronika, řízení.

## Annotation

This graduate thesis deals with pneumatic drives, electronics and control with programmer logic controller. As first overview of individual components of manipulator FESTO. Next program for controlling of electro-pneumatic manipulator created in program environment Zelio soft 2 in FBD language. Finally electrical and pneumatic schemes for manipulator are using FluidDRAW and autoCAD.

**Key words:** PLC, Zelio Soft 2, FluidDRAW, SFC, FBD, pneumatic systems, electronics, control.

# Obsah

Seznam použitých symbolů	vii
Seznam obrázků	viii
Seznam tabulek	ix
<b>1 Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2 Sestava manipulátoru</b>	<b>3</b>
2.1 Obecná problematika . . . . .	4
2.1.1 Pneumatické zařízení . . . . .	4
2.1.2 Elektropneumatika . . . . .	4
2.1.3 Senzory . . . . .	4
2.2 Komponenty manipulátoru . . . . .	5
2.2.1 Stanice čištění . . . . .	5
2.2.2 Rozvaděče 3/2 . . . . .	6
2.2.3 Ruka manipulátoru . . . . .	6
2.2.4 Úchop . . . . .	9
2.2.5 Rozvaděč 5/2 . . . . .	9
2.2.6 Senzory Vysouvače dílců . . . . .	10
2.3 Programovatelný automat . . . . .	11
<b>3 Program třídění</b>	<b>13</b>
3.1 Posloupnost programu . . . . .	14
3.1.1 Logika programu . . . . .	14
3.2 Použité bloky programu . . . . .	15

<b>4</b>	<b>Připojení manipulátoru</b>	<b>18</b>
4.1	Elektrické připojení . . . . .	19
4.1.1	Modul připojení . . . . .	20
4.2	Pneumatické připojení . . . . .	22
<b>5</b>	<b>Závěr</b>	<b>23</b>
	<b>Literatura</b>	<b>24</b>
A	Obsah přiloženého CD/DVD	I
B	Použitý software	II
C	Časový plán absolventské práce	III
D	Dokumentace	IV

# Seznam použitých symbolů a zkratek

Symbol	Význam	Jednotka
DC	stejnoseměrný napětí	
FBD	předprogramované funkční bloky	
$i$	elektrický proud	A
PLC	programovatelný logický automat	
$u$	elektrické napětí	V



# Seznam obrázků

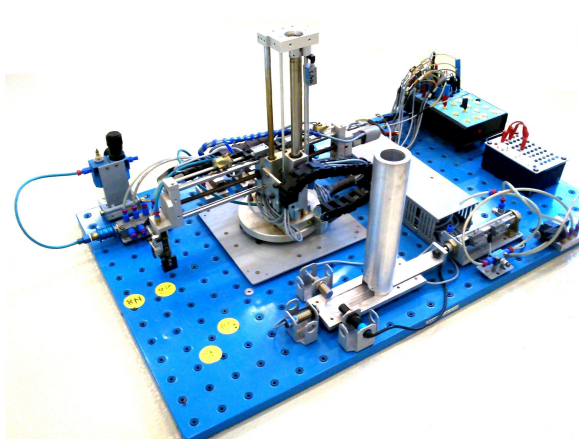
2.1	Stanice čištění s regulací tlaku . . . . .	5
2.2	Rozvaděč 3/2 . . . . .	6
2.3	Ruka manipulátoru se senzory . . . . .	7
2.4	Pohon osy x . . . . .	8
2.5	Pohon osy c . . . . .	8
2.6	Kleště . . . . .	9
2.7	Rozvaděč 5/2 . . . . .	10
2.8	Senzory vysouvače dílců . . . . .	10
2.9	Programovatelný automat . . . . .	12
3.1	Použité bloky v programu . . . . .	15
4.1	Propojovací moduly . . . . .	19
4.2	Schéma změny polarity . . . . .	21

# Seznam tabulek

3.1	Kroky manipulátoru . . . . .	14
3.2	Booleovská funkce . . . . .	14
4.1	Tabulka vstupů . . . . .	20
4.2	Tabulka výstupů . . . . .	20

# Kapitola 1

## Úvod



Již od nepaměti si člověk chtěl ulehčit práci, zejména v posledních dvou dekadách pomocí řídicích automatů. Zvláště spojením stlačeného vzduchu, který je vhodný hlavně pro střední zatížení o vysoké četnosti opakování a řízení pomocí elektroniky, která je používaná zejména pro výpočetní procesy. Vzniká tak elektropneumatický systém, který by měl zrychlit, zpřesnit a zefektivnit pracovní proces.

Tím pádem se zlepšuje ekonomika firem.

Elektropneumatický manipulátor od Firmy Festo Didactic. Manipulátor je na naší škole bohužel nevyužitá učební pomůcka, na které lze procvičit programování inteligentního relé, v tomto případě pomocí programu Zelio Soft 2.

Cílem této práce bude zdokumentovat manipulátor pomocí programu FluidDRAW. V programu udělat celkové pneumatické i elektrické schéma a zanést do výkresu všechny komponenty. Provést případné opravy a uvést manipulátor do funkčního stavu. Dále navrhnout program řízení v jazyce SFC tak, aby automaticky třídil obrobky podle zvolených kritérií.

Struktura této práce, která je napsána v  $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ <sup>1</sup> (SCHENK, C., 2009), je následující. Kapitola 2 je věnována popisu jednotlivých komponentů manipulátoru. Kapitola 3 se zabývá programem řízení, jeho logikou a popisem předprogramovaných bloků FBD. Kapitola 4 je věnována připojení manipulátoru tj. pneumatické připojení, elektrické připojení

---

<sup>1</sup> $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$  je rozšíření systému  $\text{\LaTeX}$ , což je kolekce maker pro  $\text{\TeX}$ .  $\text{\TeX}$  je ochranná známka American Mathematical Society.

a propojovací modul s programovatelným automatem. V příloze se nachází schéma pneumatického připojení, schéma elektrického připojení a program řízení.

# Kapitola 2

## Sestava manipulátoru

Sestava manipulátoru je stavebnicí, kterou vlastní škola asi od roku 2000. Stavebnice umožňuje sestavit nejrůznější zařízení. Výchozími prvky je rotační osa polohovatelná v rozmezí  $360^\circ$ . Dokonce je možné otáčet osu o více než  $360^\circ$ . Limitem je pouze nebezpečí délky kabelů. Osa je tvořena ložiskem a velkým ozubeným kolem. Do něj zabírá pastorek poháněný přes planetovou převodovku stejnosměrným motorem. Na obvodovém věnci osy je drážka do které lze vsadit kovové kameny, které mohou aktivovat bezkontaktní, indukativní snímače. V našem případě je osa rotace svislá. Nic by však nebránilo umístit jí jakoliv jinak. Svislá osa natáčení na sobě nese pneumatický válec bezpístnicového motoru. Jedná se o další osu (v našem případě svislou) manipulátoru. Přenos pohybu mezi pístem a saněmi této lineární osy je zabezpečen magnetickou vazbou. Problémem tohoto pohonu je nemožnost přesně polohovat kdekoli uprostřed zdvihu. Proto se využívají jen koncové polohy osy. Použitý motor je jednočinný. Tlakem vzduchu provádíme zdvih osy, opačný svislý pohyb je zajištěn gravitací. Zmíněná svislá osa pak nese další lineární osu, která je kolmá. Pohon osy obstarává dvojice šroub-matice. Matice je upevněna na svislé ose, šroub s celým mechanismem osy se posouvá. Pohon šroubu zajišťuje opět stejnosměrný motor s planetovou převodovkou. Na konci mechanismu je upevněn pneumatický úchop ve formě kleští. Sestavený manipulátor tak představuje takzvaný RTT manipulátor. S jednou rotační a dvěma lineárními osami. Pracovní oblast takového manipulátoru je válcové mezikruží.

Než začneme pracovat s manipulátorem a psát program řízení, je potřeba se seznámit s jeho funkcí, vlastnostmi a návazností jednotlivých komponentů mezi sebou. Tato kapitola bude řešit problematiku pneumatiky, elektropneumatiky a senzory v obecném měří. Dále budou popsány jednotlivé části a prvky stanice. Jedná se o 3 hlavní části manipulátoru, Zásobník a vysouvač dílce, manipulátor a elektronická část s řídicím systémem.

## 2.1 Obecná problematika

### 2.1.1 Pneumatické zařízení

Pneumatické zařízení je mechanický stroj, který využívá tlaku plynu k přenesení nebo zvětšení síly. Pneumatická zařízení využívají často i rozdíl mezi atmosférickým tlakem a tlakem plynu (přetlak nebo podtlak), příp. proudění plynu. Princip pneumatických zařízení spočívá v tom, že stlačením plynu v uzavřené nádobě se zvětší tlak ve všech místech plynu. Naopak zvětšením objemu se tlak ve všech místech plynu zmenší. Tím se síla působící na píst na jedné straně nádoby přenesou na píst na druhé straně. Přitom velikostí pístu lze ovlivnit i velikost síly, na větší píst působí větší tlaková síla, na menší píst působí menší síla. (CROSER, P. and KOL., 2002)

### 2.1.2 Elektropneumatika

Hlavní část elektropneumatického systému tvoří pneumatický obvod s pneupohony. Jedná se vždy o nepřímé ovládání. Řídící signály jsou elektrické a dávají signál do rozvaděčů. Rychlost pohybů pneumatiky se ovládá nastavením jednosměrných škrťacích ventilů, které umožňují nastavovat nezávisle rychlost pohybu v jednom směru.

### 2.1.3 Senzory

Pod pojmem senzor je chápáno zařízení, které snímá sledovanou fyzikální, chemickou nebo biologickou veličinu a dle určitého definovaného principu ji transformuje fyzikálním převodem na veličinu výstupní. Stav sledované veličiny snímá citlivá část senzoru občas označovaná jako čidlo a zpracovává vyhodnocovací obvod senzoru. Na manipulátoru jsou využity následující senzory (ADÁMEK. M., n.d.).

Induktivní senzor obecně slouží pro vyhodnocování přítomnosti kovového materiálu. Snímač lze použít jako bezdotykový koncový spínač na strojích, automatických linkách apod.

V kapacitních senzorech je jako snímací prvek používán "otevřený kondenzátor". Destička má však tvar kruhové elektrody (pouzdro) soustředné okolo tak, aby vzniklo symetrické elektrické pole a "střední elektroda" je "snímaný prvek". "Aktivní plocha" tohoto snímače odpovídá kruhové elektrodě.

Princip optického senzoru / světelné závory. Jak již název napovídá, je spjatý se

světlem, resp. pracuje na principu detekce existence nebo měření intenzity paprsku světla dopadajícího na přijímací část senzoru. Obecně může být zdroj paprsku oddělen od přijímače, ale bude se zde řešit pouze takové senzory, pracující na principu reflexe. Tzn. zdroj paprsku světla i detektor jsou umístěny v jednom pouzdru. Ty jediné lze pak považovat jako alternativu k jiným typům senzorů přiblížení. Samotný princip detekce přiblížení objektu je pak podobný jako u ultrazvukových senzorů. Tzn. měří se nebo detekuje množství odraženého světla dopadající zpět na optický detektor umístěný hned vedle vysílače. Konkrétně se měří úroveň amplitudy nebo světelný výkon a porovnává s nastavenou, požadovanou hodnotou. To umožňuje nejen měřit vzdálenost, ale zpracovat jiné optické parametry jakou jsou kontrast a barva. V našem případě na manipulátoru je senzor použit k rozpoznání barvy obrobku, jelikož černá barva paprsek senzoru pohlcuje a neodráží paprsek, tím pádem senzor není aktivní.

## 2.2 Komponenty manipulátoru

### 2.2.1 Stanice čištění

Stanice čištění s ručním regulátorem vzduchu slouží hlavně k odstranění vysrážené vody, která může přijít od zdroje vzduchu. Dále je možno ručně regulovat vstupní tlak (obr. 2.1)



Obrázek 2.1: Stanice čištění s regulací tlaku

### 2.2.2 Rozvaděče 3/2

Elektromagneticky ovládané přímo řízené rozvaděče (obr. 2.2) jsou ve stejných provedeních a tvoří vlastně rozhraní mezi pneumatikou a řídicí elektronikou. Rozvaděče 3/2 (3 cesty, 2 polohy) se na manipulátoru používají pro ovládání kleští a zpětný pohyb je řešen pomocí pružiny. Druhý rozvaděč se používá ke zdvihu manipulátoru (směr nahoru), zpět dolů se vrací pomocí svojí gravitace.

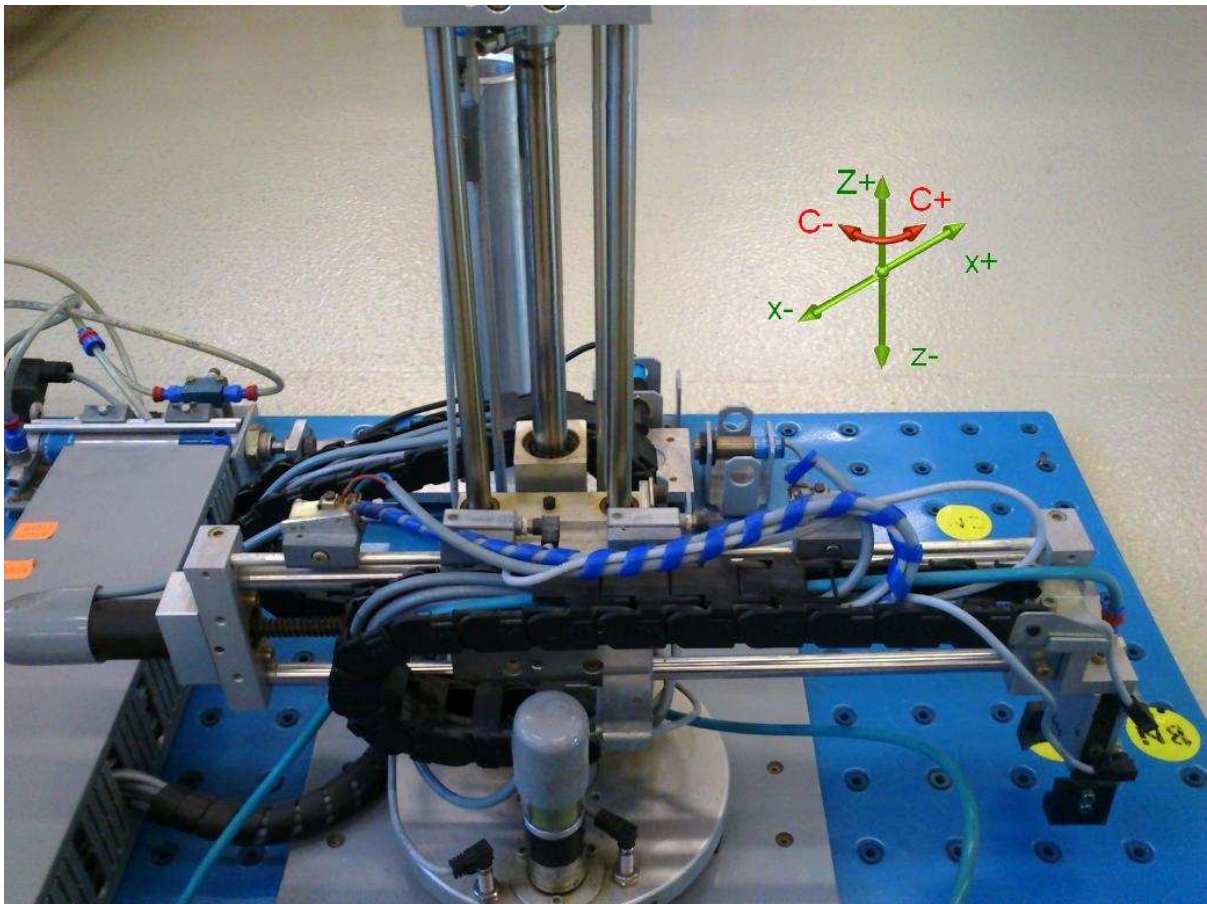


Obrázek 2.2: Rozvaděč 3/2

### 2.2.3 Ruka manipulátoru

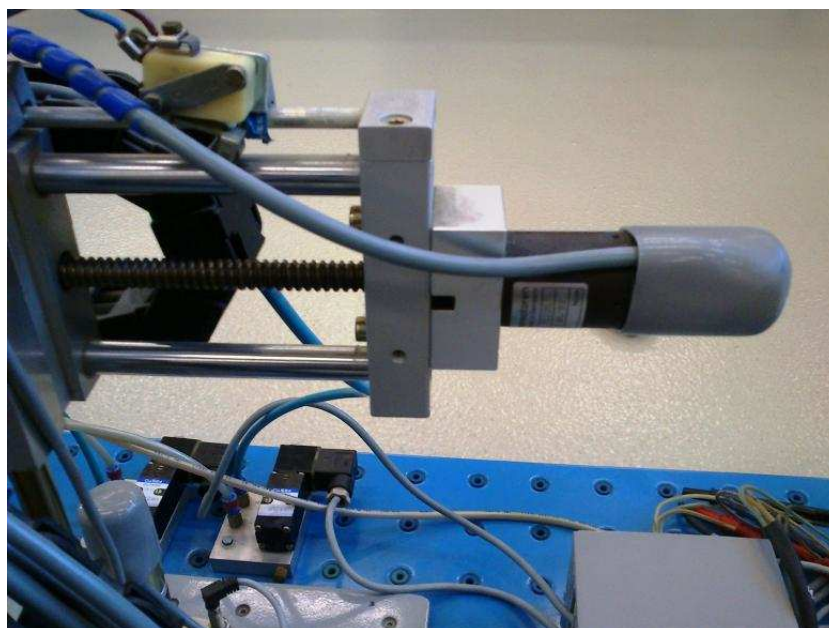
Ruka manipulátoru (obr.2.3) slouží k přenesení dílce z vysouvače, umístí jej do předem zvoleného místa dle druhu dílce. Pohyb ruky nahoru zajišťuje jednočinný bezpístnicový lineární motor. Vazba mezi pístem motoru a svislými saněmi je magnetická. je řešen pneumaticky. Přesnost polohování v ose z je zajištěna koncovými polohami.





Obrázek 2.3: Ruka manipulátoru se senzory

Vysouvání ramene (osa  $x$ ) a otáčení (osa  $c$ ) je řešeno již elektrickým servomotorem, který má zajistit hlavně přesnost najetí a včasné zastavení. Přesné zastavení otáčení a vysouvání je zajištěny indukčními snímači. V ose  $c$  jsou 2 indukční snímače, pro najetí do nakládací pozice, do pozice pro vykládání černého dílce a pro vykládání bílého dílce. V ose  $x$  jsou 2 indukční snímače, indikující zasunutí a vysunutí ruky. Dále je opatřena dvěma havarijními snímači.



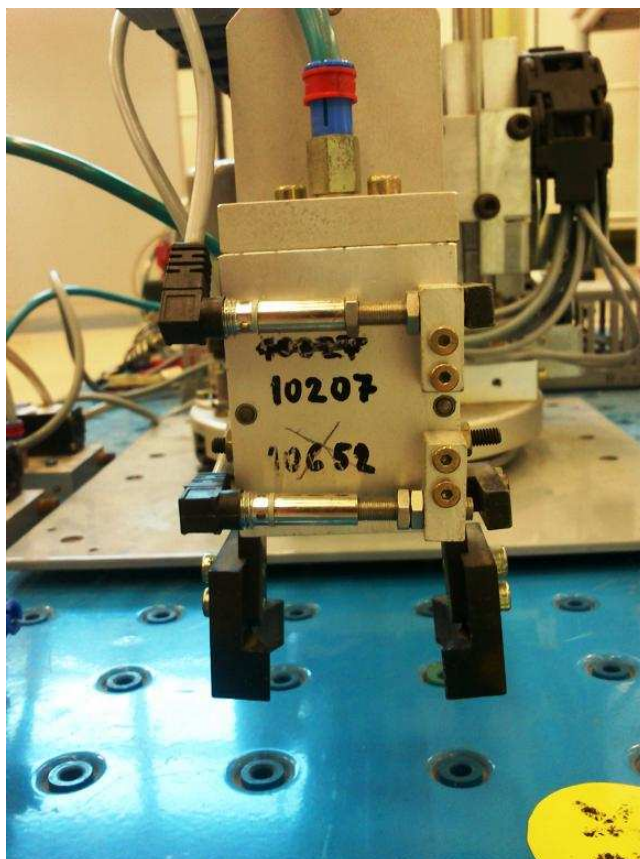
Obrázek 2.4: Pohon osy x



Obrázek 2.5: Pohon osy c

### 2.2.4 Úchop

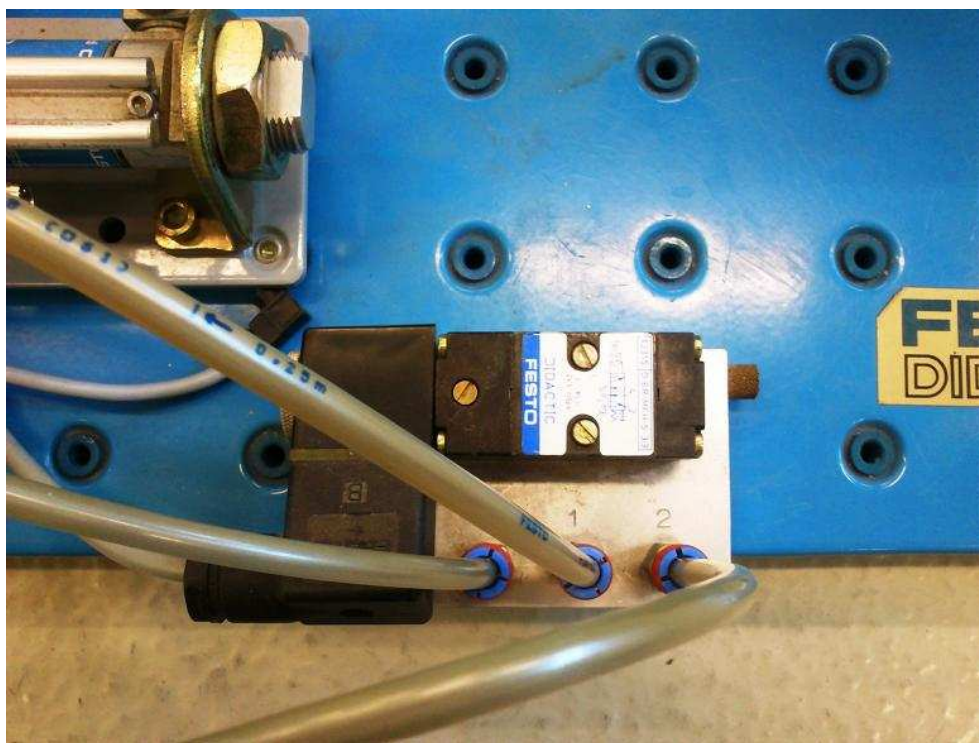
Slouží k uchopení dílce. Je řízen rozvaděčem 3/2. Opatřený 2 indukčními senzory, které indikují zda jsou čelisti otevřeny, či zavřeny.



Obrázek 2.6: Kleště

### 2.2.5 Rozvaděč 5/2

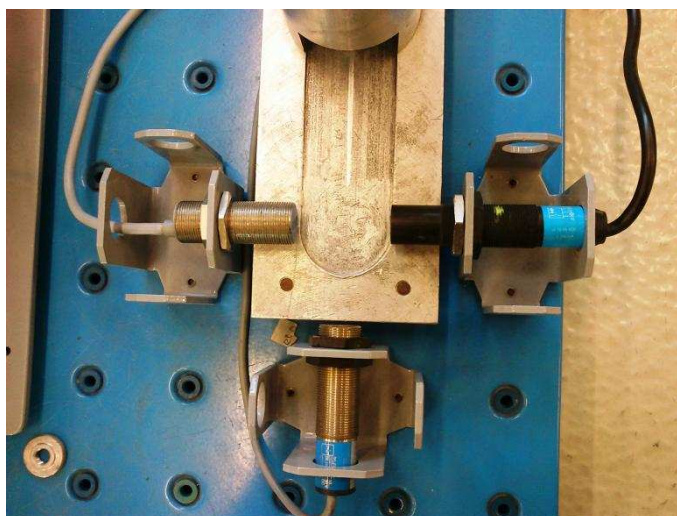
Rozvaděč 5/2 pracuje na stejném principu jako 3/2. Řídí vysouvač dílce, konkrétně vysouvání a zasouvání dvoučinného pneumatického motoru vysouvače.



Obrázek 2.7: Rozvaděč 5/2

### 2.2.6 Senzory Vysouvače dílců

Senzory kapacitní, optický a induktivní slouží k rozpoznání dílce.



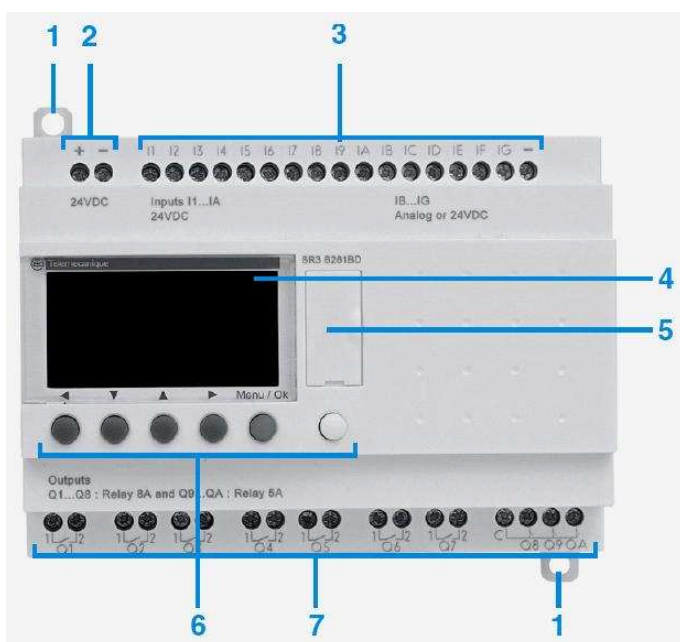
Obrázek 2.8: Senzory vysouvače dílců

## 2.3 Programovatelný automat

Programovatelný automat je uživatelský programovatelný řídicí systém, přizpůsobený pro řízení průmyslových a technologických procesů. Označuje se zkratkou PLC (Programmable Logic Controller). Jedná se o elektronický systém využívající programovatelnou paměť k ukládání uživatelských instrukcí. Pro provádění funkcí jako např. logické, sekvenční, časovací a čítací.

Technické informace o Programovatelném automatu, který je použit k řízení.

- Typ: SR3B261BD
- Napájení: 24V DC (stejnoseměrný)
- $U_{min} = 19,2 \text{ V}$
- $U_{max} = 30\text{V}$
- Spotřeba: 190 mA
- 16 vstupů, 10 diskretních 24VDC + 6 smíšených (volitelně diskretních nebo analogových 0 - 10V)
- 10 výstupů - reléových, 8 výstupů 8A, 2 výstupy 5A.
- doba zapnutí: 10 ms
- Doba vypnutí: 5 ms
- Programovací jazyky: LD (kontaktní schéma), FBD (funkční bloky)
- Vývojové prostředí pro tvorbu uživatelských programů: Zelio Soft 2 verze 4.1 a vyšší



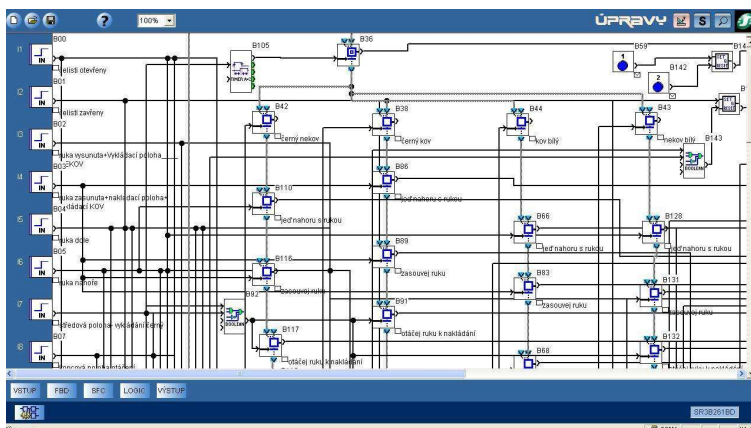
Obrázek 2.9: Programovatelný automat

*Ovládání PLC:*

1. dvě výsuvné úchytky
2. napájecí svorky
3. svorkovnice vstupů I1 až I9 diskrétní IA až IG smíšené
4. podsvícený displej 4 řádky
5. konektor pro spojení s PC nebo zálož. paměť
6. tlačítka pro programování, parametrizaci a ovládání.
7. svorkovnice výstupů

# Kapitola 3

## Program třídění



Profesionální software Zelio Soft v. 2 je k dispozici zdarma a v českém jazyce. Díky kvalitní simulaci většiny funkcí poskytuje jedinečnou možnost naučit se programovat malý řídicí systém bez nutnosti zakoupení samotného přístroje. K vytvoření plně funkčního programu posta-

čí PC. Využití Programovacího jazyka FBD (Function Block Diagram) se skládá z předem připravených funkčních bloků, které se vkládají do schématu zapojení. Vybrat si přitom lze jak ze široké škály bloků vstupních a výstupních, tak z řady logických, standardních a sekvenčních funkcí (LAŽANSKÝ, O., 2012).

Jak vlastně funguje program, na jakém základě se rozhoduje? O jaký druh dílce se jedná?

Tato kapitola bude věnována logice programu a popisu jednotlivých prvků užitých při tvorbě programu třídění.

### 3.1 Posloupnost programu

V tabulce 3.1 jsou znázorněny úkony manipulátoru při běhu programu.

Tabulka 3.1: Kroky manipulátoru

Krok	úkon
Krok1	Vysunutí Dílce ze zásobníku
Krok2	Rozpoznání druhu dílce pomocí booleovské funkce
Krok3	Ruka jede nahoru
Krok4	Zasouvání ruky do nakádací polohy
Krok5	Otáčení ruky do nakládací polohy
Krok6	Čelisti otevřeny
Krok7	Ruka jede dolů
Krok8	Uchopit dílec
Krok9	Ruka jede nahoru
Krok10	Otáčení do vykládací polohy
Krok11	Vysouvání ruky do vykládací polohy(jen u nekovových)
Krok12	Ruka jede dolů
Krok13	Otevření čelistí

#### 3.1.1 Logika programu

Program řízení (viz příloha) Poté, co se vysune dílec ze zásobníku, dostane se mezi senzory (indukční, optický a kapacitní) a pomocí Booleovské funkce se dále určí, zda je černý či bílý a jestli je kovový či nekovový (tab.3.2).

Tabulka 3.2: Booleovská funkce

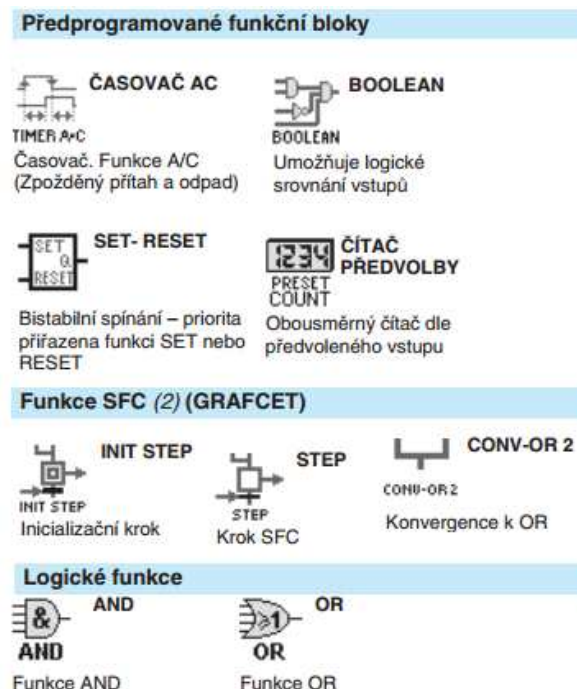
Kapacitní senzor	1	1	1	1
Induktivní senzor	0	1	0	1
Optický senzor	0	0	1	1
Typ dílce	Černý nekovový	Černý kovový	Bílý nekovový	Bílý kovový

Za každou sekci rozpoznání dílce je umístěn časovač na 2 sekundy. Tím je zajištěno zdržení signálu, aby se nespustil jiný krok ze 4 individuálních předprogramovaných kroků



SFC pro různý dílce s roztríděním. Signál dále postupuje do určité sekvence SFC kroků, v kterých už je naprogramován celý proces manipulátoru, tj. přijetí ruky, uchopení a odvezení do určitého odkládacího místa. K zajištění opakování cyklu slouží inicializační SFC krok u kterého musí být splněny následující podmínky: Dílce v zásovníku, program spuštěn pomocí tlačítka Z1 na automatu a cyklus SFC je v inicializačním kroku.

## 3.2 Použité bloky programu



Obrázek 3.1: Použité bloky v programu

- Funkce časovač slouží ke zpoždění, prodloužení a řízení akcí týkajících se předurčené doby. Časovač disponuje třemi funkcemi:
  - Funkce A: zpožděné sepnutí, nebo aktivní časovač,
  - Funkce C: zpožděné vypnutí, nebo klidový časovač,
  - Funkce A/C: kombinace funkcí A a C.

- Booleovská funkce dává hodnotu výstupu v závislosti na kombinaci vstupů. Funkce má čtyři vstupy, tudíž 16 kombinací. Tyto kombinace lze nalézt v pravdivostní tabulce; pro každou z těchto kombinací lze nastavit její výstup. Počet konfigurovatelných kombinací záleží na počtu vstupů připojených k funkci. Nepřipojené vstupy jsou nastaveny na 0.
- Funkce RS Klopný obvod pracuje následovně: Aktivací vstupu SET se aktivuje výstup, jenž v tomto stavu setrvává i poté, co se vstup SET deaktivuje, Aktivací vstupu RESET se deaktivuje výstup,
- AND Jsou-li všechny vstupy aktivní, nebo nepřipojené, pak je výstup aktivní. Je-li alespoň jeden ze vstupů neaktivní, pak je i výstup neaktivní.
- OR Je-li alespoň jeden vstup aktivní, pak je výstup aktivní. Výstup je neaktivní právě tehdy, když jsou všechny vstupy neaktivní, nebo nepřipojené.
- Funkce Čítač s předvolbou slouží k čítání od 0 do hodnoty Přednastavení, nebo k odpočítávání od této hodnoty do 0. Je dostupných několik funkcí:
  - Čítání a nastavení čítače na 0 při inicializaci,
  - Čítání a nastavení čítače na 0 při inicializaci a při dosažení přednastavené hodnoty,
  - Odpočítávání a nastavení čítače na přednastavenou hodnotu při inicializaci,
  - Odpočítávání a nastavení čítače na přednastavenou hodnotu při inicializaci a při dosažení 0.
- Funkce INIT STEP je inicializačním krokem SFC diagramu. Normálně pracuje následovně:
  - Je-li aktivní Krok vstupu 1 nebo Krok vstupu 2, pak se aktivuje výstup Krok výstupu a setrvává aktivní i po deaktivaci vstupů,
  - Je-li aktivní vstup Přejít, pak se deaktivuje výstup Krok výstupu a aktivuje se výstup Krok přechodu výstupu,
  - Není-li žádný ze vstupů aktivní a je-li neaktivní jen výstup Krok výstupu, pak i výstup zůstává neaktivní.

- Funkce STEP je krok SFC diagramu. Krok je symbolizací operační fáze řízeného přístroje, nebo PLC. Výstup Krok výstupu slouží k vysílání příkazů dalším připojeným funkcím (diskrétním výstupům, logickým funkcím, standardním funkcím). Pracuje následujícím způsobem:
  - Je-li aktivní Krok vstupu 1 nebo Krok vstupu 2, pak se aktivuje výstup Krok výstupu a zůstane aktivní i po deaktivaci vstupů,
  - Je-li aktivní vstup Přejchod, pak se deaktivuje výstup Krok výstupu a aktivuje se výstup Krok přechodu výstupu,
  - Není-li žádný ze vstupů aktivní a je-li neaktivní jen výstup Krok výstupu, pak i výstup zůstává neaktivní.
- Funkce CONV OR 2 umožňuje provedení přechodu jednoho až čtyř simultánních kroků na jeden krok.
  - Je-li aktivní vstup Vstup 1, nebo Vstup 2, nebo Vstup 3, nebo Vstup 4 konvergence k OR, pak je aktivní Výstup konvergence k OR,
  - Není-li aktivní žádný z těchto vstupů, pak je Výstup konvergence k OR neaktivní.

# Kapitola 4

## Připojení manipulátoru

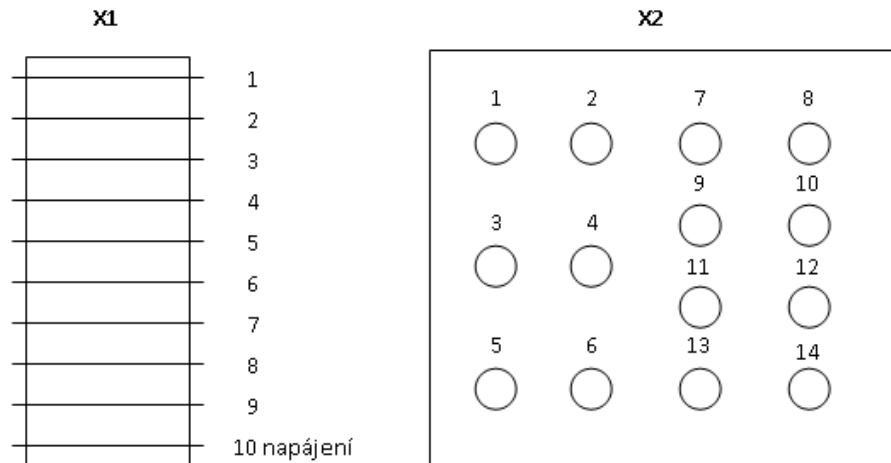
Manipulátor je napájen elektricky a pneumaticky. Elektrické napájení zabezpečuje zejména motorů a následně lineárních os napájení akčních členů pneumatiky (akčních členů) a napájení snímačů. Použité napájecí napětí je 24 V DC, které je v automatizační technice naprosto běžné. Požadavky na napájení nejsou kritické. Běžně je povolena tolerance v rozmezí 18-30V. V našem případě by odchylné napětí od jmenovitého znamenalo pouze změnu rychlosti lineárních os.

Napájení tlakovým vzduchem je potřebné z důvodu pohybu jedné lineární osy z a vysouvání obrobku. Oba akční členy jsou napájeny z elektropneumatických rozvaděčů. Použitý tlak doporučujeme nastavit na 4 bary, případná odchylka také není kritická. Samozřejmostí je požadavek na čistotu a suchost vzduchu. Jako zdroj používáme malého kompresoru Jun-air, který je přenosný, má dostatečně velký zásobník a velmi dobrou regulaci výstupního tlaku. Ze zkušenosti můžeme říci, že je-li použitý tlak velmi malý (méně než 2 bary) fungují nespolehlivě elektromagnetické rozvaděče a je příliš malá síla svislé osy manipulátoru.

Aby se manipulátor mohl pohybovat a zároveň být řízen, je potřeba aby byly vstupní a výstupní signály propojeny pomocí modulu připojení. Kapitola bude věnována připojení manipulátoru. Jak pneumatiky, tak elektrické připojení. Funkce propojovací skříňky PLC s manipulátorem.

## 4.1 Elektrické připojení

Na následujícím obrázku (4.1), jsou schématicky znázorněny propojovací moduly. Ty slouží pro signály z manipulátoru a propojení s programovatelným automatem. K propojování jsou použity silikonové banánky s koncovkou o průměru 4 mm.



Obrázek 4.1: Propojovací moduly

Připojení vstupů (viz. tabulka 4.1), kde vstup zelio znamená vstupní signál do PLC automatu od manipulátoru a připojení je pozice (viz. obr. 4.1) a výstupu automatu se signály z manipulátoru (tabulka 4.2) vypadá následovně.

Tabulka 4.1: Tabulka vstupů

Vstup z elio	Signál	Připojení
I1	Čelisti otevřeny	X2:7
I2	Čelisti zavřeny	X2:8
I3	Ruka vysunuta	X2:9
I4	Ruka zasunuta	X2:10
I5	Ruka dole	X2:11
I6	Ruka nahoře	X2:12
I7	Konc. pol. ot. vlevo	X2:13
I8	Konc. pol. ot. vpravo	X2:14
IA	Píst vysouvače vysunut	X1:2
IB	Píst vysouvače zasunut	X1:3
IC	Kapacitní snímač	X1:4
ID	Indukční snímač	X1:5
IF	Optický snímač	X1:6

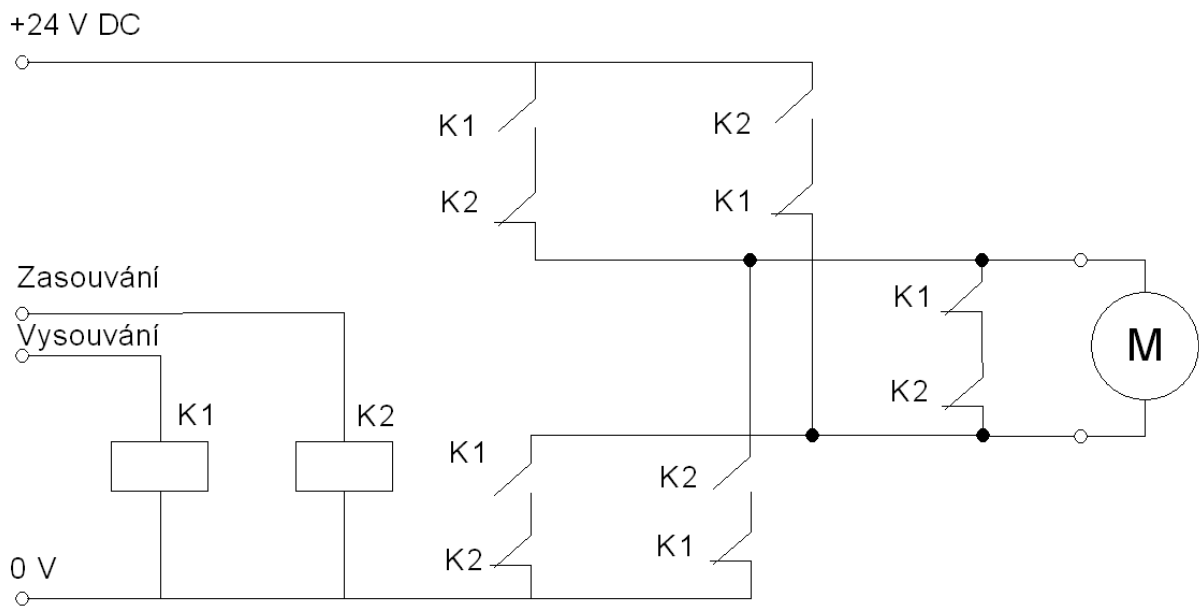
Tabulka 4.2: Tabulka výstupů

Výstup z elio	Signál	Připojení
Q1	Píst vysunout	X1:7
Q2	Čelisti zavřít	X2:1
Q3	Ruka nahorů	X2:2
Q4	Rameno vysouvat	X2:3
Q5	Rameno zasouvat	X2:4
Q6	Otáčet doleva (k nakládání)	X2:5
Q7	Otáčet do prava	X2:6

### 4.1.1 Modul připojení

Některé akční členy manipulátoru potřebují pro svoji činnost změnit polaritu napájecího napětí. Příkladem je osa x výsuvu ramena manipulátoru. Vysouvání je realizováno otáčením motoru na jednu stranu, zasouvání se pak děje při otáčení motoru na stranu opačnou. Obdobně je to s pohybem osy c - otáčení manipulátoru.

Výstupní napětí z řídicího systému však disponuje pouze jedinou polaritou. Při sepnutém výstupu je jeho napětí +24V DC. Proto bylo nutno vyřešit, jak zabezpečit změnu polarity napájecího napětí akčních členů. Nejjednodušším způsobem, který navrhl Ing. Jan Fuka, bylo použít tzv. směrová relé, která svými kontakty změnu polarity provedou. Potřebné přístroje jsou umístěny v modulu připojení. Následující obrázek (4.2) přibližuje fungování obvodu pro změnu polarity.



Obrázek 4.2: Schéma změny polarity

Uvedené zapojení má navíc dvě velké výhody. První je, že při přivedení obou signálů (vysunout i zasunout) nedojde ke zkratu napájecího napětí. Rozpínací kontakty výstup odpojí. Tento stav může nastat například při chybě v programu. Druhou výhodou je skutečnost, že v případě nepřivedení žádného vstupního signálu je kotva motoru zkratována. Díky tomu motor při dojezdu do cílové polohy (signál je odpojen) intenzivně zabrzdí a nedojde k přejezdu polohy.

V modulu připojení je dále řešen nájezd výsuvu ramena do koncových "havarijních" poloh. Nájezdem se sepne relé, které svým kontaktem vypne pohyb motoru v daném směru. Nemůže tak dojít ke zničení motoru, který by se v koncové poloze nemohl dále otáčet. Pohyb v opačném směru (sjetí z koncové polohy) je umožněn. Další elektrické schéma zapojení viz.příloha.

## 4.2 Pneumatické připojení

Od zdroje vzduchu (kompresoru) je vzduch doveden ke stanici čištění s regulací vzduchu (obr.2.1). Vzduch vedeme výhradně tlakovými hadicemi o průměru 5 mm, které dodává firma Festo. Je potřeba aby hadice bylo dostatečně dlouhé s ohledem na zdvih svislé osy. Také nesmí dojít k tomu, aby hadice byla zlomena. Pneumatické připojení je provedeno výhradně pomocí rychlospojek, které dovolí velmi rychlé a bezpečné připojení. To má velký význam při změnách zapojení a experimentech.

Tlak je regulován na 4 bary a pokračuje do jednoduchého rozbočovače z něj se dostává do jednotlivých elektricky ovládaných rozvaděčů. Technická dokumentace pneumatiky viz. příloha pneumatické schéma.



# Kapitola 5

## Závěr

Díky této absolventské práci jsem se seznámil se sestavou elektropneumatického manipulátoru. Díky němuž jsem obohatil svoje znalosti z pneumatiky, elektroniky, dokumentací a v hlavně v programování malé automatizace pomocí inteligentního relé.

V mé absolventské práci se mi podařilo splnit veškeré zadané body. Manipulátor byl uveden do funkčního stavu, byla vytvořena dokumentace elektroniky s připojením a pneumatiky. Dále byl vytvořen program řízení v programu Zelio Soft 2 a to v jazyce SFC.

Při zpracování vniklo pár problémů. Prvním problémem bylo provést novou identifikaci všech vodičů od manipulátoru. Dále nefungoval modul připojení, kde odešel stabilizátor, který snižoval napětí z 15V na 9V. Tím byly zpomaleny elektrické pohony kvůli přesnějšímu najetí. Problém byl vyřešen po otestování najetí a včasného zastavení při napětí 15V, které bylo i tak přesné, že nebylo potřeba použít stabilizátor.

Další problém nastal u zpracování dokumentace. Pneumatické schéma po dlouhém hledání vhodného programu od Festa (FluidDraw 4.11 c pneumatika) se podařilo vcelku snadno. Avšak velký problém nastal u elektrického schématu, kde chyběly snad všechny schématické značky sensorů. Problém byl vyřešen po dlouhé době pomocí programu AutoCad, v kterém byly vytvořeny všechny schématické značky sensorů a importovány do FluidDraw.

Práce by mohla být použita k výuce předmětu mechatronické systémy.

# Literatura

- ADÁMEK. M. (n.d.), Základní pojmy [online]. [cit. 2014-04-10],  
⟨[http://www.umel.feec.vutbr.cz/~adamek/uceb/DATA/s\\_1\\_1.htm](http://www.umel.feec.vutbr.cz/~adamek/uceb/DATA/s_1_1.htm)⟩.
- CROSER, P. and KOL. (2002), *Úvod do pneumatiky. Učebnice*, Esslingen: BEN – technická literatura.
- LAŽANSKÝ, O. (2012), Co je na programování nejtěžší? Začít. [online]. [cit. 2014-04-10],  
⟨<http://udrbapodniku.cz/hlavni-menu/artykuly/artykul/article/co-je-na-programovani-nejtezsi-zacit/>⟩.
- SCHENK, C. (2009), MiKTeX [online]. [cit. 2009-06-16], ⟨<http://www.miktex.org/>⟩.

# Příloha A

## Obsah přiloženého CD/DVD

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

- Absolventská práce v /LaTeX
- Technická dokumentace – pneumatické a elektrické schéma
- Program řízení
- Zach\_AP\_2011\_2014.pdf – absolventská práce ve formátu PDF

# Příloha B

## Použitý software

**L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X** [⟨http://www.miktex.org/⟩](http://www.miktex.org/)

**Zelio Soft 2** [⟨http://www.schneider-electric.com/⟩](http://www.schneider-electric.com/)

**FluiDRAW 4.11c Pneumatika** [⟨http://www.festo.com/⟩](http://www.festo.com/)

**WinEdt 5.3** [⟨http://www.winedt.com/⟩](http://www.winedt.com/)

**AutoCAD 2006** [⟨http://www.autodesk.cz/⟩](http://www.autodesk.cz/)

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

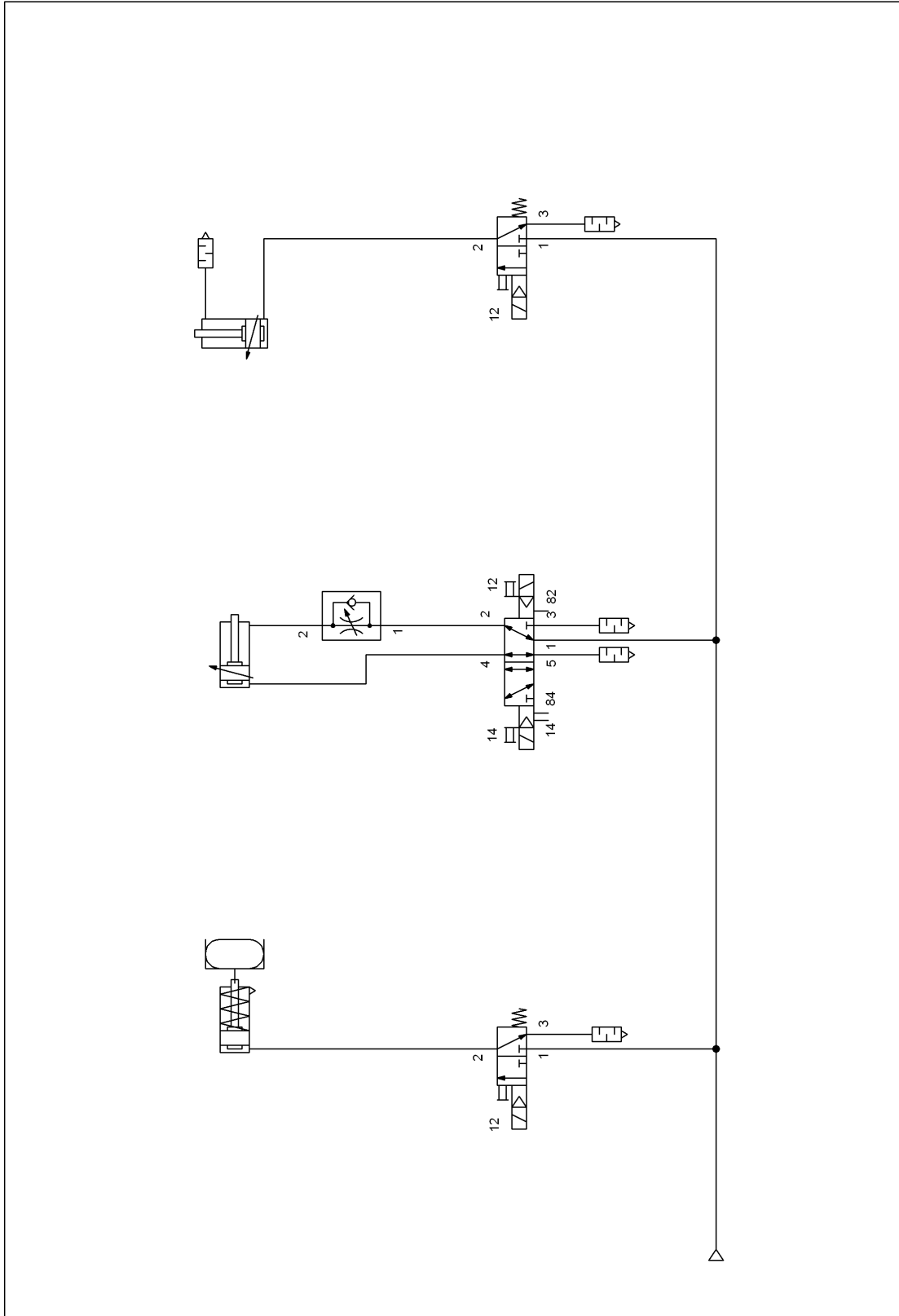
## Časový plán absolventské práce

Činnost	Časová náročnost	Termín ukončení	Splněno
První konzultace o zadání AP	2 týdny	15.05.2013	30.5.2013
Oficiální zadání AP	0 týdnů	1.9.2013	1.9.2013
výkresová dokumentace pneumatické schéma	2 týdny	10.11.2013	25.11.2014
Hotové elektrické schéma manipulátoru	3 týdny	20.12.2013	3.4.2014
Popis jednotlivých součástí manipulátoru	2 týdny	14.1.2014	28.1.2014
Popis automatu řízení - PLC	1 týden	5.02.2014	2.2.2014
Oživení manipulátoru	1 týden	25.02.2014	25.2.2014
Vyhotovení Programu řízení v jazyce SFC	2 týdny	10.03.2014	5.3.2014
AP: kompletní text		30.03.2014	15.4.2014

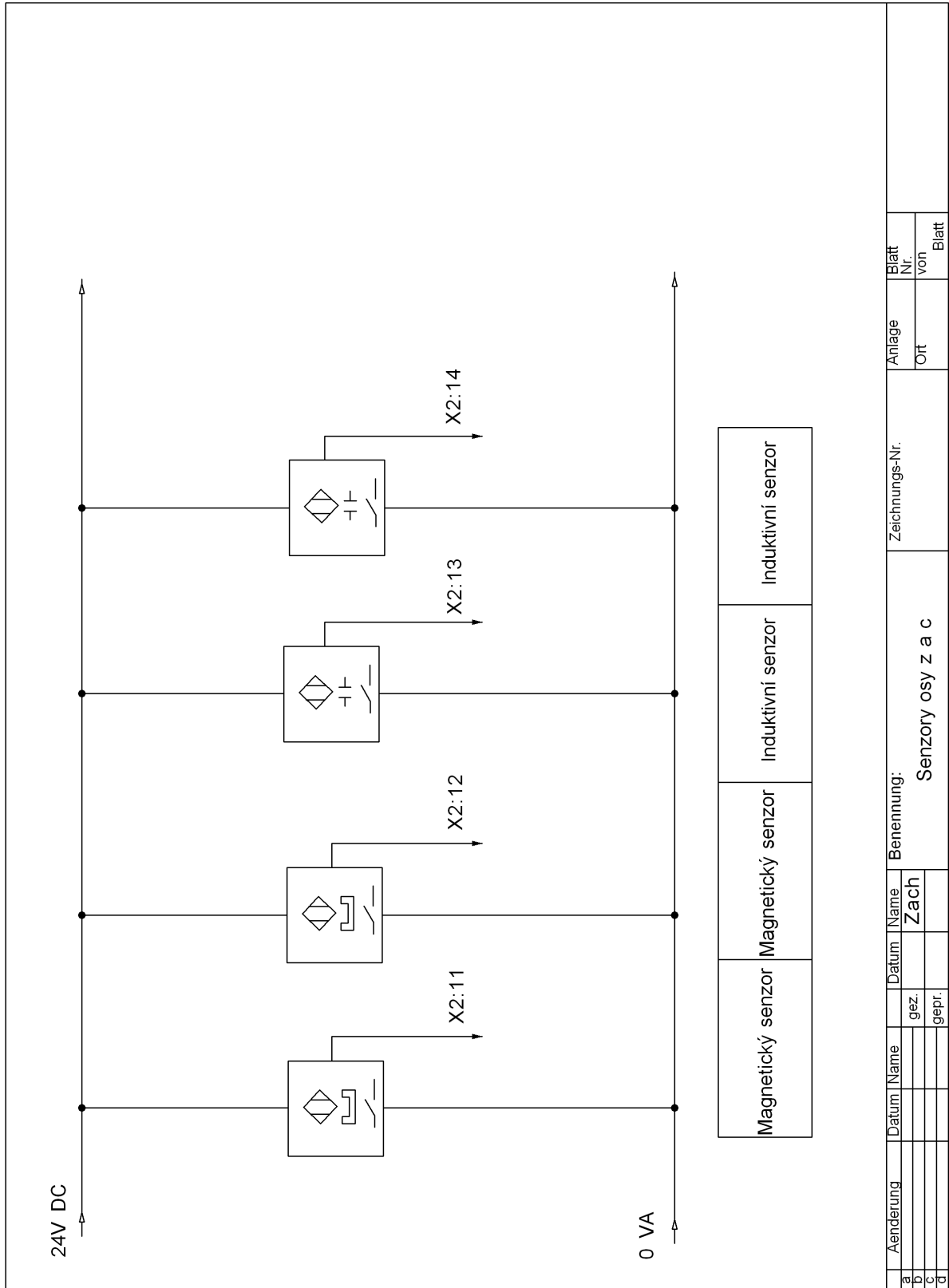
# Příloha D

## Dokumentace

Na následujících stránkách se nachází výkresová dokumentace pneumatiky, elektroniky vytvořená v programovém prostředí FluidDRAW 4.11c Pneumatika a AutoCAD 2006. Dále je zde vložen program řízení s nastavením funkčních bloků, který byl naprogramován v Zelio Soft 2.



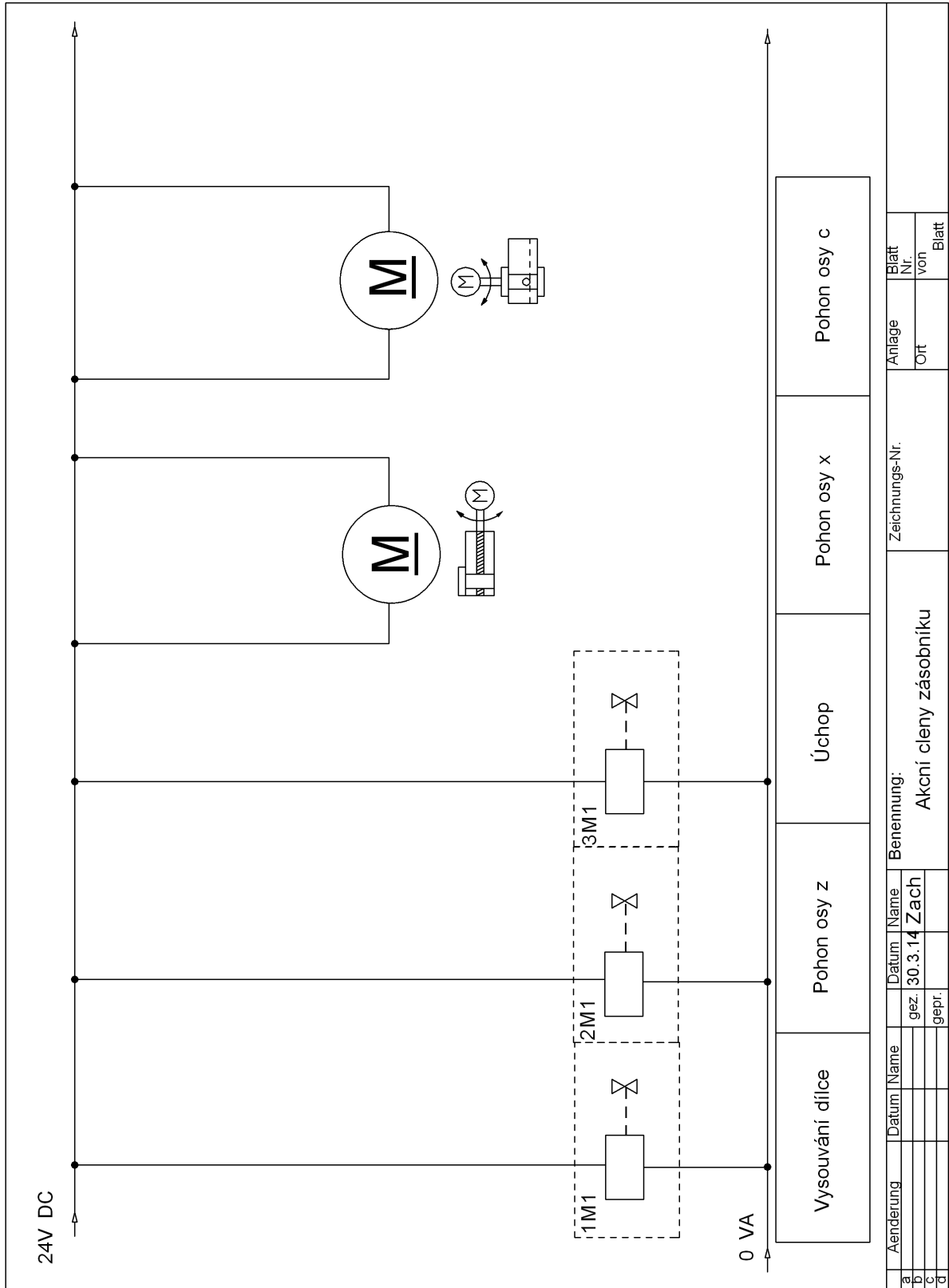
Aenderung		Datum		Name		Benennung:		Zeichnungs-Nr.		Anlage		Blatt	
a					Zach	Elektropneumatischer manipulator				Ort		von	Blatt
b													
c													
d													



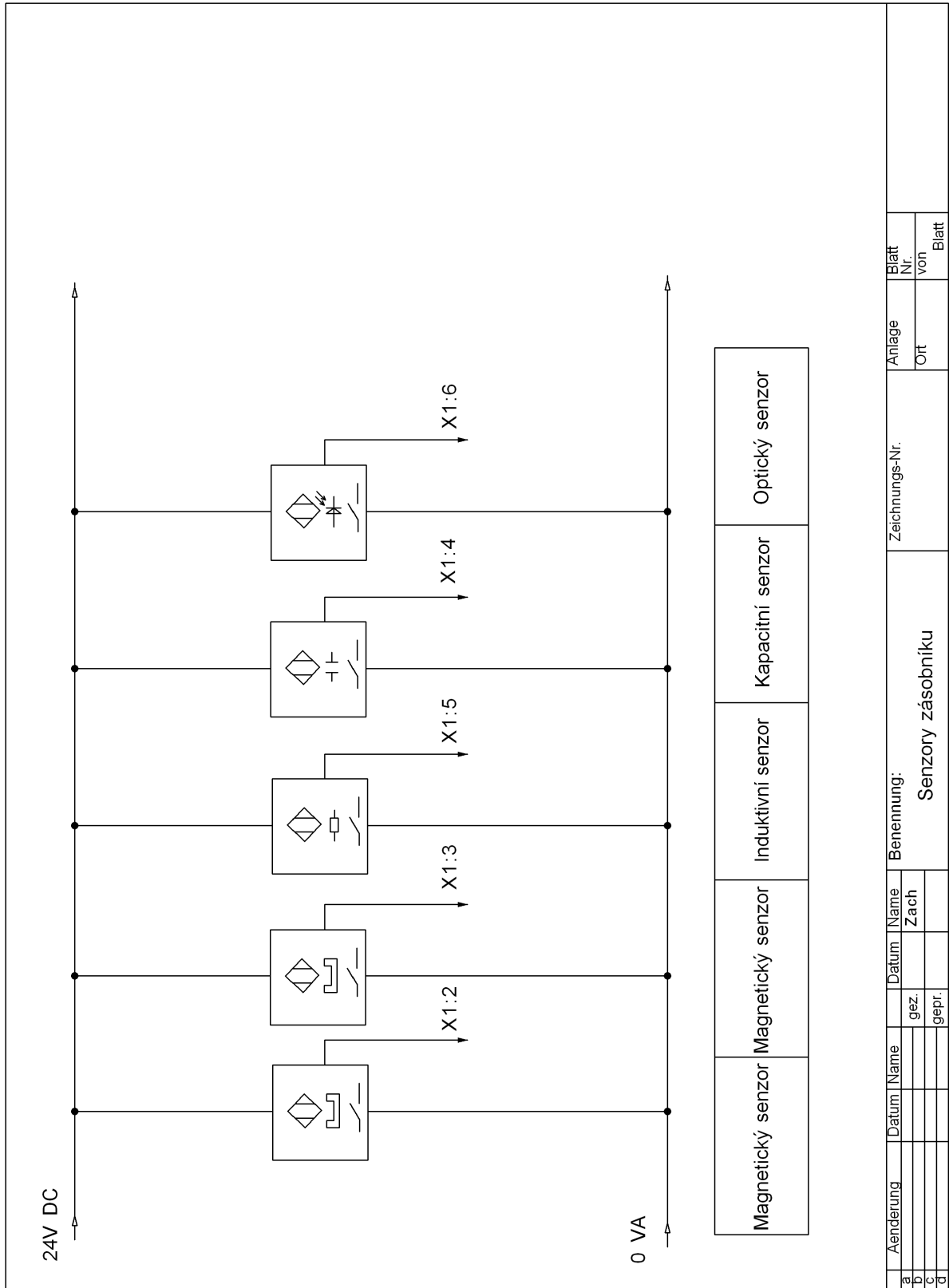
Aenderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung:	Zeichnungs-Nr.	Anlage	Blatt
a				Zach	Senzory osy z a c		Ort	Nr.
b								von
c								Blatt
d								







Aenderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung:		Anlage		Blatt	
a					Akcni cleny zásobniku		Ort		von	Blatt
b			30.3.14	Zach	Zeichnungs-Nr.					
c			gepr.							
d										



Program trideni.zm2 - v1.0



Třídění ManipulátorFESTO

---

**Programové informace**

---

Autor : Pavel Zach  
Název projektu : Třídění ManipulátorFESTO  
Verze : 1.0

Modul : SR3B261BD
Doba cyklu modulu : 6 x 2 ms
WATCHDOG : Nečinný
Režim hardwarového filtrování vstupů : Pomalý (3 ms)
<input type="checkbox"/> Uzamčení čelního panelu
Formát datumu : dd/mm/yyyy
<input type="checkbox"/> Aktivována změna času ukládání
Oblast : Evropa
Změna času ukládání : březen, Poslední neděle
Návrat k zimnímu času : říjen, Poslední neděle

**Poznámky**

---

Program třídění. Rozeznává pomocí senzorů, zda se jedná o dílec kovový, nekovový a černý, nebo bílý. Poté manipulátor dílec uchopí, a zarovná jej na požadované místo.

---

Programový diagram

