

# **Pneumaticko-elektrické prvky pro logické řízení**

Rostislav Župka

---

Bakalářská práce  
2006



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
Ústav automatizace a řídicí techniky  
akademický rok: 2005/2006

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Rostislav ŽUPKA**  
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Automatické řízení a informatika**

Téma práce: **Pneumaticko-elektrické prvky pro logické řízení**

### Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši z oblasti pneumaticko-elektrických prvků pro logické řízení
2. Seznamte se s možností demonstračních souprav pro logické řízení pneumatickými a pneumaticko-elektrickými prvky, které jsou k dispozici na pracovišti IRPI.
3. Navrhněte sadu čtyř úloh různé složitosti pro demonstraci těchto prvků. V maximální míře využijte možností modelovaných souprav.
4. Úlohy realizujte, zpracujte podrobné návody a vzorová řešení.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. Balátě, J.: Vybrané statě z automatického řízení. ISBN 80-214-0793-X, VUT v Brně, Brno, 1996

2. Balátě, J.: teorie automatického řízení 3. ES VUT Brno, 1996

3. Kubátová, H.: Logické systémy. FS, ČVUT Praha, 1999

4. Landkammer, J.: Pneumatická stavebnice SMC. Závěrečná práce Laboratoře oboru, FT UTB, 1997

5. Základní kurs pneumatiky. Interní materiál. Pneumatika, Brno, 1994

6. Firemní dokumentace FESTO

Internetové stránky firmy FESTO

Vedoucí bakalářské práce:

**prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.**

Ústav automatizace a řídicí techniky


Datum zadání bakalářské práce:

**14. února 2006**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**16. června 2006**

Ve Zlíně dne 14. února 2006

  
prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*pověřený děkan*



  
prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

V této bakalářské práci jsem se zabýval tvorbou pneumatických a elektro-pneumatických schémat pro logické řízení. Cílem bakalářské práce bylo zpracovat literární rešerši, navrhnout sadu pneumatických a elektro-pneumatických úloh a provést jejich realizaci.

Bakalářská práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou. V teoretické části jsem se zabýval pneumatickými a elektro-pneumatickými prvky pro logické řízení.

V praktické části jsem navrhl sadu čtyř úloh různé složitosti pro demonstraci těchto prvků. Úlohy jsem od simuloval, provedl jejich realizaci a navrhl další úlohy s podrobnými návody k použití.

Klíčová slova: pneumatických, elektro-pneumatických, logické řízení

## **ABSTRACT**

In my thesis I deal with creation of pneumatic and electro-pneumatic schematics for logic control. The aim of my thesis was working up literature search, projecting of pneumatic and electro-pneumatic assignments and carrying out their realization.

This thesis is divided into two parts – theoretical and practical. In the theoretical part I dealt with pneumatic and electro-pneumatic elements for logic control.

In the practical part I projected set of four assignments about different sorts of system complexity for demonstration these elements. These assignments I simulated, realized and I projected the other solutions with detailed direction for use.

Keywords: Pneumatic, electro-pneumatic, logic control

V úvodu této bakalářské práce bych chtěl poděkovat vedoucímu své bakalářské práce Prof. Ing. Vladimíru Vaškovi CSc. za odborné vedení a ochotu při řešení problémů souvisejících s řešením této práce.

Souhlasím s tím, že s výsledky mé práce může být naloženo podle uvážení vedoucího bakalářské práce a ředitele ústavu. V případě publikace budu uveden jako spoluautor.

Prohlašuji, že jsem na celé bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

Ve Zlíně dne 15.6.2006

.....

podpis

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 LITERÁRNÍ REŠERŠE Z OBLASTI PNEUMATICKÝCH PRVKŮ PRO LOGICKÉ ŘÍZENÍ</b> .....	<b>11</b>
1.1 ÚVOD DO PNEUMATIKY .....	11
1.2 ROZDĚLENÍ PNEUMATIKY .....	11
1.3 VÝHODY A NEVÝHODY PNEUMATIKY .....	12
1.4 ÚPRAVA STLAČENÉHO VZDUCHU.....	13
1.4.1 Čistění vzduchu .....	13
1.4.2 Nutnost dokonalého odstranění částic vody.....	13
1.4.3 Čistič vzduchu s redukčním ventilem .....	14
1.4.4 Činnost automatického vypouštěcího ventilu .....	15
1.4.5 Jednotka pro úpravu vzduchu.....	15
1.5 VÝROBA STLAČENÉHO VZDUCHU .....	16
1.5.1 Chlazení kompresoru .....	16
1.5.2 Vzdušník .....	17
1.6 ŘÍDICÍ ČÁSTI PNEUMATICKÝCH OBVODŮ .....	18
1.6.1 Pneumatické obvody .....	18
1.6.2 Pneumotory .....	19
1.6.2.1 Přímočaré pneumotory.....	19
1.6.2.2 Kývné pneumotory .....	21
1.6.2.3 Rotační pneumotory.....	21
1.6.3 Rozvaděče .....	21
1.6.3.1 Značení jednotlivých přívodů (vstupů a výstupů) .....	22
1.6.3.2 Konstrukce rozvaděčů.....	22
1.6.4 Ovládání rozvaděčů.....	24
1.6.4.1 Ovládání silou .....	24
1.6.4.2 Ovládání mechanické.....	25
1.6.4.3 Ovládání pneumatické .....	25
1.6.4.4 Ovládání kombinované .....	25
1.6.4.5 Ovládání elektrické .....	26
1.6.5 Ventily .....	26
1.6.5.1 Ventil logické funkce „OR ; NEBO“ (logický součet).....	26
1.6.5.2 Ventil logické funkce „AND ; A“ (logický součin) .....	27
1.6.5.3 Jednosměrný ventil s pružinou (zpětný ventil).....	27
1.6.5.4 Škrťící ventil (zpětný ventil).....	28
1.6.5.5 Rychloodvzdušňovací ventil.....	28
1.6.6 Řešení úloh se dvěma pneumotory .....	29
1.6.6.1 Krovový diagram .....	29
1.6.6.2 Diagram ovládání řídicích povelů .....	29
<b>2 LITERÁRNÍ REŠERŠE Z OBLASTI ELEKTRO-PNEUMATICKÝCH PRVKŮ PRO LOGICKÉ ŘÍZENÍ</b> .....	<b>30</b>

2.1	ÚVOD DO ELEKTRO-PNEUMATIKY .....	30
2.2	PRVKY PRO ZÍSKÁNÍ INFORMACE .....	31
2.2.1	Tlačítkové spínače.....	31
2.2.2	Mechanické koncové spínače.....	32
2.2.3	Magnetické snímače polohy.....	33
2.2.4	Indukční snímače .....	33
2.2.5	Kapacitní snímače .....	34
2.2.6	Optické snímače .....	34
2.3	PRVKY PRO ZPRACOVÁNÍ INFORMACE .....	35
2.3.1	Systém s pevnou logikou (relé).....	35
2.3.2	Časové relé se zpožděním při zapnutí.....	35
2.3.3	Časové relé se zpožděním při vypnutí .....	36
2.4	ELEKTROPNEUMATICKÉ MĚNIČE (ROZVADĚČE).....	36
2.4.1	Rozvaděč 3/2 s elektromagnetickým ovládáním a s pomocným ručním ovládáním v základní poloze otevřený. ....	36
2.4.2	Rozvaděč 3/2 s elektromagnetickým ovládáním, s pomocným ručním ovládáním a s pomocným rozvaděčem .....	37
2.4.3	Rozvaděč 4/2 s elektromagnetickým ovládáním, s pomocným ručním ovládáním a s pomocným rozvaděčem .....	37
2.4.4	Pneumaticko - elektrický měnič.....	37
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>38</b>
<b>3</b>	<b>MOŽNOST DEMONSTRACE PNEUMATICKÝCH A ELEKTRO- PNEUMATICKÝCH ÚLOH NA PRACOVIŠTI IRPI .....</b>	<b>39</b>
3.1	PNEUMATICKÉ TRÉNINKOVÉ KUFRY .....	39
3.2	ELEKTRO-PNEUMATICKÉ TRÉNINKOVÉ KUFRY .....	40
3.2.1	„FluidSim“ od firmy Festo.....	40
<b>4</b>	<b>SADA ČTYŘ ZÁKLADNÍCH ÚLOH RŮZNÉ SLOŽITOSTI PRO PNEUMATICKÉ A ELEKTRO-PNEUMATICKÉ ŘÍZENÍ.....</b>	<b>42</b>
4.1	ÚLOHA Č.1 - ŘÍZENÍ JEDNOČINNÉHO PNEUMOTORU ZE DVOU RŮZNÝCH MÍST .....	42
4.1.1	Popis pracovního úkolu (pneumatika): .....	42
4.1.2	Popis pracovního úkolu (elektro - pneumatika) .....	43
4.2	ÚLOHA Č.2 - ŘÍZENÍ DVOJČINNÉHO PNEUMOTORU RUČNĚ NEBO PEDÁLEM.....	44
4.2.1	Popis pracovního úkolu (pneumatika) .....	44
4.2.2	Popis pracovního úkolu (elektro - pneumatika) .....	45
4.3	ÚLOHA Č.3 - ŘÍZENÍ DVOJČINNÉHO PNEUMOTORU POMOCÍ TLAČÍTKA S VÝDRŽÍ V KONCOVÉ POLOZE.....	46
4.3.1	Popis pracovního úkolu (pneumatika) .....	46
4.3.2	Popis pracovního úkolu (elektro - pneumatika).....	48
4.4	ÚLOHA Č.4 – ŘÍZENÍ DVOU DVOJČINNÝCH PNEUMOTORŮ .....	49
4.4.1	Popis pracovního úkolu (pneumatika) .....	49
4.4.2	Popis pracovního úkolu (elektro - pneumatika).....	51
<b>5</b>	<b>DALŠÍ ÚLOHY K PROCVIČENÍ .....</b>	<b>53</b>

5.1	PNEUMATICKÁ ČÁST.....	53
5.1.1	Úloha č.5 - Zařízení na vysekávání z pásů (Řízení dvojčinného pneumotoru pomocí tlačítka s rychlým vysunutím a pomalým zasunutím pístu pneumotoru).....	53
5.1.2	Úloha č.6 - Podávání materiálu (řízení dvojčinného pneumotoru ze dvou různých míst).....	54
5.1.3	Úloha č.7 – Řízení dvojčinného pneumotoru ze čtyř různých míst.....	56
5.1.4	Úloha č. 8 – Nýtování materiálu (řízení dvojčinného pneumotoru z jednoho místa z podmínkou výchozí polohy).....	57
5.1.5	Úloha č.9 – Upnutí obrobku (řízení dvojčinného pneumotoru ze tří míst, s podmínkou pro vysunutí a zasunutí pístu pneumotoru).....	58
5.1.6	Úloha č.10 – Přípravek na lepení materiálu (Řízení dvojčinného pneumotoru s výdrží v koncové poloze).....	60
5.1.7	Úloha č.11 – Podávací zařízení (řízení dvojčinného pneumotoru ze dvou různých míst).....	61
5.1.8	Úloha č.12 – Přesouvání balíků (řízení dvou dvojčinných pneumotorů) ....	63
5.1.9	Úloha č.13 – Ražení (řízení dvou dvojčinných pneumotorů).....	65
5.2	ELEKTRO-PNEUMATICKÁ ČÁST.....	67
5.2.1	Úloha č.5 – Řízení dvojčinného pneumotoru.....	67
5.2.2	Úloha č.6 - Řízení dvojčinného pneumotoru ze čtyř míst.....	69
5.2.3	Úloha č.7 - Řízení dvojčinného pneumotoru s časovým zpožděním při zapnutí.....	70
5.2.4	Úloha č.8 - Řízení dvojčinného pneumotoru s časovým zpožděním při zapnutí.....	71
5.2.5	Úloha č.9 – Řízení dvojčinného pneumotoru s časovým zpožděním při vypnutí.....	73
5.2.6	Úloha č.10 – Přípravek na lepení.....	74
5.2.7	Úloha č.11 – Ovládání vyhybky.....	75
5.2.8	Úloha č.12 – přesouvání balíků.....	77
5.2.9	Úloha č.13 - Přesouvání balíků (pomocí monostabilního rozvaděče 4/2).....	79
	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>81</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>83</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>84</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ.....</b>	<b>86</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>89</b>



## ÚVOD

Téma bakalářské práce je zaměřeno na pneumatické a elektro-pneumatické řízení.

Práce je rozdělena na dvě části, a to na část teoretickou a praktickou část. První část práce je koncipována jako základní rozdělení, popis a funkce pneumatických a elektro-pneumatických prvků. Pneumatické řízení používá jako pracovní medium stlačený vzduch, který musí být zbaven veškeré vlhkosti. Elektro-pneumatické řízení používá k ovládání jednotlivých ovládacích prvků, kromě stlačeného vzduchu, také elektrický signál. Pneumatické a elektro-pneumatické řízení se využívá tam, kde je žádaná teplotní odolnost, snadná regulace, bezpečnost, vysoká pracovní rychlost a skladovatelnost.

Praktická část je založena na navrhnutí, simulaci a realizaci pneumatických a elektro-pneumatických úloh. Navrhnutí úloh je koncipováno od jednodušších po složitější. Tyto úlohy jsou od simulovány v programu „FluidSim“ od firmy FESTO. Realizace je provedena na tréninkových kufrech, které jsou k dispozici na pracovišti UAŘT. Pro realizaci složitějších úloh musely být tréninkové kufry doplněny o potřebné prvky, kromě elektropneumatického kufru, kde toto doplnění nebylo možné z důvodu stažení těchto kufřů a jejich komponent z výroby.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 PNEUMATICKÉ PRVKY PRO LOGICKÉ ŘÍZENÍ

## 1.1 Úvod do pneumatiky

Pod pojmem „pneumatika“ se obecně chápe průmyslové využití tlakového vzduchu pro pracovní činnost, přenos a zpracování informace. Pneumatika využívá oblast stlačeného vzduchu od 2 do 8 barů a energii stlačeného vzduchu využívá pro realizaci mechanických činností např. upnutí, posunutí nebo nýtování.

Pneumatické řízení se ve výrobě využívají od 50 let, největší rozmach nastává za posledních 20 let s rozvojem průmyslové automatizace.

## 1.2 Rozdělení pneumatiky

### Nízkotlaká pneumatika (fluidika)

Tlakový rozsah: do 150 kPa

Patří sem tedy všechny systémy, které pro účely řízení (tj. regulace a ovládání) používají pouze uvedenou oblast tlaku. Z hlediska přístrojové techniky je lhostejné, zda se jedná o potenciální nebo proudové prvky.

### Normální pneumatika

Tlakový rozsah: 150 až 1600 kPa

Zahrnuje oblast tradiční pneumatiky, tedy pracovní i ovládací prvky, které pracují z tlakovým vzduchem v této oblasti.

### Vysokotlaká pneumatika

Tlakový rozsah: nad 1600 kPa

S tímto rozsahem se setkáváme především ve speciálních případech použití pneumotorů.

Dále se budu zabývat především na ovládání z oblasti normální pneumatiky.

Tab. 1. Jednotky tlaku

at kp/cm <sup>2</sup>	atm	Bar	Pa N/m <sup>2</sup>	torr Mm Hg	kp/m <sup>2</sup> mm.v.s
1	0,968	0,981	98100	736	1000
1,033	1	1,0133	101330	760	1033
1,02	0,987	1	10 <sup>5</sup>	750	1020
1,02.10 <sup>-5</sup>	9,87.10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup>	1	75.10 <sup>-4</sup>	1,02.10 <sup>-2</sup>
1,36.10 <sup>-3</sup>	1,32.10 <sup>-3</sup>	1,33.10 <sup>-3</sup>	133	1	1,36
10 <sup>-3</sup>	9,68.10 <sup>-4</sup>	9,81.10 <sup>-4</sup>	98,1	0,736	1

### 1.3 Výhody a nevýhody pneumatiky

#### Výhody pneumatiky

- Dostupnost
- Doprava – rozvod stlačeného vzduchu umožňuje snadnou dopravu ke spotřebičům i na velké vzdálenosti; nemá vratné potrubí
- Skladovatelnost – stlačený vzduch je možno akumulovat ve stlačené nádobě, takže kompresor nemusí pracovat nepřetržitě
- Teplotní odolnost – pneumatické řízení pracuje spolehlivě i při vysokých teplotách
- Bezpečnost – v prostředí, kde je nebezpečí výbuchu nebo požáru, je možno použít pneumatické zařízení
- Čistota – stlačený vzduch neobsahuje nečistoty ani škodliviny (znečištění okolí)
- Jednoduchost – pneumatické prvky jsou poměrně jednoduché a časově výhodné
- Rychlost – stlačený vzduch umožňuje dosažení vysokých pracovních rychlostí
- Snadná regulace – rychlosti, tlaku a síly

### Nevýhody pneumatiky

- Náročná úprava – stlačený vzduch nesmí obsahovat nečistoty a vodu (z důvodu životnosti)
- Dosažitelná síla – pneumatická zařízení mohou vyvozovat pracovní sílu max. 20 – 30 tisíc N
- Hlučnost
- Stlačitelnost – pneumatická zařízení neumožňují naprosto rovnoměrný pohyb
- Provozní náklady – vysoké náklady na přípravu, nízké náklady na údržbu

## 1.4 Úprava stlačeného vzduchu

### 1.4.1 Čistění vzduchu

V praxi je třeba věnovat zvýšenou pozornost kvalitě vzduchu, který používáme v pneumatických zařízeních. Znečištění způsobované mechanickými nečistotami (koroze potrubí, zbytky maziv a vzdušná vlhkost) vede často k poruchám pneumatických zařízení i jejich jednotlivých prvků.

Úprava vzduchu probíhá ve dvou stupních:

- Hrubé oddělení kondenzátu v odlučovači za chladičem
- Další úprava je jemné odloučení kondenzátoru, filtrace se provádí až na místě spotřeby

### 1.4.2 Nutnost dokonalého odstranění částic vody

Voda (vlhkost) se do rozvodů tlakového vzduchu dostává spolu s nasávaným vzduchem přes kompresor. Její množství převážně závisí na relativní vlhkosti nasávaného vzduchu, které je určována teplotou prostředí a povětrnostní situací.

Stav kdy je vzduch při dané teplotě vlhkostí plně nasycen, označujeme jako *rosný bod*. Je dosahován například za mlhy nebo při dlouhotrvajících deštích.

*Relativní vlhkost vzduchu* se vyjadřuje buď bezrozměrným desetinným číslem, nebo častěji v procentech. Z definice je zřejmé, že pokud je parciální tlak vodní páry v plynu rovný tlaku syté páry, je relativní vlhkost 100 %, což vyjadřuje, že vzduch je vodní párou nasy-

cen. Při nulovém parciálním tlaku vodní páry ve vzduchu je relativní vlhkost 0 % a jedná se o suchý vzduch.

Množství pár se obvykle udává v  $\text{g/m}^3$  Relativní vlhkost se udává v %

Relativní vlhkost stlačeného vzduchu v potrubí (bez sušení) je vždy 100%.

Průměrná relativní vlhkost atmosférického vzduchu je u nás asi 80%.

Vzdušná vlhkost je pro pneumatické systémy nebezpečná zvláště v zimě, kdy kondenzuje na vnitřních stěnách potrubí. Je-li potrubí vystaveno mrazu, dochází k jeho postupnému ucpání ledem a tím i k vyřazení celého systému z činnosti.

Zabezpečení systému proti vlhkosti:

- Filtrace nasávaného vzduchu
- Používání kompresorů, které nevyžadují mazání olejem
- Vysoušení vzduchu při vyšších hodnotách relativní vlhkosti

Vysoušení vzduchu se provádí:

- Absorpcí
- Adsorpcí
- Ochlazováním (kondenzací)

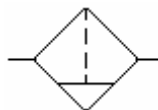
### 1.4.3 Čistič vzduchu s redukčním ventilem

Udrhuje na svém výstupu konstantní tlak i při kolísání tlaku v rozvodné síti. Regulace výstupního tlaku se dosahuje otvíráním nebo přivíráním průtočného ventilu sedla.

Čističe vzduchu slouží k odstranění nečistot z protékajícího vzduchu a současně ho zbavují zkondenzované vody. Při vstupu do nádoby čističe proudí vzduch štěrbinami v rozváděcí vložce. Tím je vzduch uveden do rotačního pohybu. Působením odstředivé síly dochází k odlučování větších mechanických nečistot a kapalných částic, které se pak usazují na dně nádoby. Tím, že vzduch prochází skrz sintrový filtr se zbavuje nečistot větších než  $40\mu\text{m}$ .

Tento sintroví filtr se musí občas měnit, protože se na něm po určitém čase hromadí

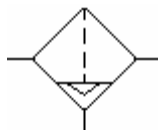
nečistoty a stává se tím neprůchozí. Vzduch zbavený nečistot a kondenzátu proudí pak přes redukční ventil a maznici dále ke spotřebičům. Kondenzát, který se hromadí ve spodní části nádoby je nutno občas vypustit vypouštěcím ventilem.



Obr. 1. Pneumatická značka čističe vzduchu

#### 1.4.4 Činnost automatického vypouštěcího ventilu

Kondenzát je přiváděn z filtru spojovací trubicí do nádržky s plovákem. Po dosažení určité úrovně hladiny kondenzátu, otevře plovák přes páku vstup trysky. Tím vnikne stlačený vzduch do vývrtu a působí na membránu. Prohnutím membrány dojde k odtlačení vypouštěcího ventilu a kondenzát odtéká otvorem. V důsledku poklesu hladiny uzavře opět plovák trysku a celý cyklus se opakuje. Zbývající vzduch je odpouštěn tryskou do prostředí. Nádobku je možno odpouštět i ručně, zatlačením kolíku.



Obr. 2. Pneumatická značka vypouštěcího ventilu

#### 1.4.5 Jednotka pro úpravu vzduchu

Obsahuje čistič vzduchu, redukční ventil a rozprašovač oleje.

##### Rozprašovač oleje

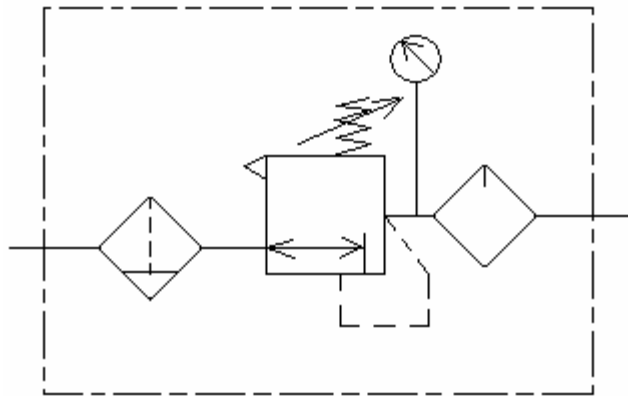
Úkolem rozprašovače oleje dodávat do tlakového vzduchu mazivo potřebné k mazání pneumatických prvků. Toto mazivo v podobě rozptýleného oleje zmenšuje opotřebení pohyblivých částic, snižuje tření a chrání před korozi.

Spolehlivý provoz jednotky pro úpravu vzduchu vyžaduje:

*Čistič vzduchu* – Je nutná pravidelná kontrola úrovně hladiny kondenzátoru, zda nepřekračuje vyznačenou maximální hodnotu. Jinak hrozí nebezpečí, že kondenzátor bude strháván zpět do potrubí. Filtrační vložku je nutno, též měnit nebo čistit.

*Redukční ventil* – Pokud je předřazen čistič, nevyžaduje žádnou údržbu

*Rozprašovač oleje* – Pravidelně kontrolovat množství oleje v nádobě. Olej doplňovat do vyznačené úrovně, používat při tom zásadně minerální oleje doporučené výrobcem.



Obr. 3. Jednotka pro úpravu vzduchu

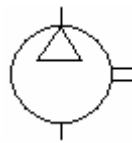


Obr. 4. Pneumatická značka jednotky pro úpravu vzduchu

## 1.5 Výroba stlačeného vzduchu

K výrobě stlačeného vzduchu se používají kompresory, které stlačují vzduch na požadovaný tlak.

Ve výrobních halách se používá většinou centrální výroba – kompresorové stanice. K jednotlivým pneumatickým zařízením se vzduch rozvádí potrubím.



Obr. 5. Pneumatická značka kompresoru

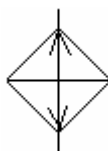
### 1.5.1 Chlazení kompresoru

Při stlačování vzduchu se v kompresoru vyvíjí teplo, které musí být odváděno.

Existují tři způsoby odvádění tepla:

- Chladicí žebra na povrchu válce
- Chladicí žebra s ventilátorem
- Vodní chlazení





Obr. 6. Pneumatická značka chlazení kompresoru

### 1.5.2 Vzdušník

Je tlaková nádoba, která je vestavěna do tlakového potrubí a slouží ke snížení kolísání tlaku, které je způsobeno různým odběrem.

Velikost objemu vzdušníku závisí na:

- Na množství vzduchu dodaného kompresorem
- Na spotřebě vzduchu
- Na délce rozvodné sítě
- Na přípustném tlakovém spádu

Dimenzování vzdušníku se provádí pomocí nomogramu nebo výpočtem.

Výpočtem:

$$V = \frac{0,25 \cdot Q}{Z(p_{\max} - p_{\min})}$$



Obr. 7. Pneumatická značka vzdušníku

## 1.6 Řídicí části pneumatických obvodů

### 1.6.1 Pneumatické obvody

Pneumatické obvody se skládají z těchto hlavních částí :

- Převodníky (zdroje tlakové energie, pneumatické motory)
- Zásobníky a multiplikátory (zesilovače)
- Řídicí (rozvodná ) část
- Potrubí
- Doplnkové prvky

Řídicí částí je ovládán tlak, směr a průtok vzduchu v potrubí. Do řídicí části obvodu patří tedy především tyto prvky :

- Rozvaděče
- Jednosměrné (zpětné) ventily
- Tlakové a redukční ventily
- Škrťící ventily a clonky
- Uzavírací ventily a šoupátka

Z hlediska jejich funkce se řídicí části dělí na :

#### **Prvky pro hrazení průtoku**

- Rozvaděče
- Jednosměrné ventily
- Uzavírací ventily

#### **Prvky pro řízení tlaku**

- Tlakové ventily (pojistné a přepouštěcí)
- Redukční ventily
- Připojovací a odpojovací ventily
- Proporcionální ventily

#### **Prvky pro řízení průtoku**

- Škrťící ventily
- Clony

## 1.6.2 Pneumotory

Rozdělení pneumotorů:

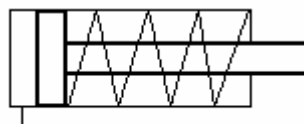
### 1.6.2.1 Přímočaré pneumotory

#### Jednočinné přímočaré pneumotory (jednočinné válce)

U těchto pneumotorů působí stlačený vzduch pouze na jednu stranu pístu. Tyto válce konají práci pouze v jednom směru. Zpětný zdvih pístu obvykle realizuje vestavěná pružina nebo jiná vnější síla. Síla vratné pružiny musí přitom zajistit dostatečně rychlý návrat pružiny do výchozí polohy. Rozměry vestavěné pružiny přitom omezují velikost zdvihů těchto válců na cca 100 mm. Využití těchto válců je pro upínání, stlačování, přesouvání, lisování, vyhazování, ražení apod.

Rozdělení jednočinných pneumotorů:

- *Pístové* – Píst je obvykle kovový nebo z umělé hmoty, ve válci je utěsněn těsněním z pružného materiálu (perbunan). Při pohybu pístu se těsnění smyká po vnitřním povrchu válce. Pracovní zdvih válce je zajišťován pružinou, účinkem stlačeného vzduchu se píst přesouvá do neaktivní polohy. Toto provedení se používá např. u brzd, kde je zajišťováno samočinné vyvození brzdného účinku, při výpadku energie.
- *Membránové* – úlohu pístu přebírá membrána
- *S odvalující se membránou* – membrána se odvaluje po vnitřním povrchu válce

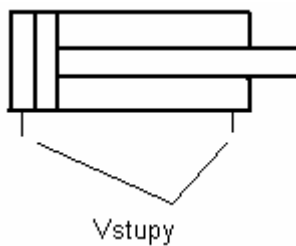


Vstup

Obr. 8. Pneumatická značka jednočinného pneumotoru

#### Dvojčinné přímočaré pneumotory (dvojčinné válce)

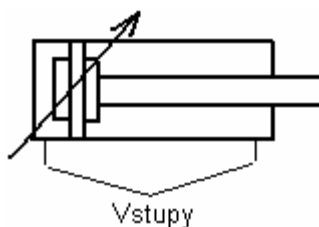
U těchto pneumotorů působí stlačený vzduch na píst z obou stran, tím může vyvodit sílu na pístu z obou stran, jak při vysouvání, tak při zasouvání. Tyto válce jsou proto používány především tam, kde jsou oba zdvihy pracovní. Teoreticky neomezená délka zdvihu těchto válců je v praxi omezena požadavky na vzpěrnou pevnost pístnic a jejich průhyb.



Obr. 9. Pneumatická značka dvojčinného pneumotoru

### Dvojčinné přímočaré pneumotory s tlumením

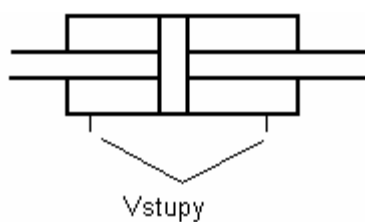
Aby se zamezilo rázům v koncových polohách i případnému poškození používají se tyto pneumotory s tlumením.



Obr. 10. Pneumatická značka dvojčinného pneumotoru s tlumením

### Pneumotory s oboustrannou pístnicí

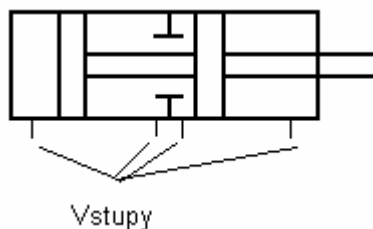
Má pístnici v obou stranách pneumotoru, je průchozí v celé délce válce.



Obr. 11. Pneumatická značka pneumotoru s oboustrannou pístnicí

### Tandemové pneumotory

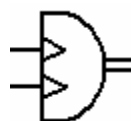
Jedná se o spojení dvou dvojčinných pneumotorů v jednu konstrukční jednotku. Používá se tam, kde potřebujeme dosáhnout velké síly při malém průměru pístu (nedostatek místa).



Obr. 12. Pneumatická značka tandemového pneumotoru

### 1.6.2.2 Kývné pneumotory

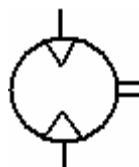
Je to převážně dvojčinný pístový pneumotor, kde místo pístnice se používá ozubená tyč, která přenáší pohyb přes ozubený věnec.



Obr. 13. Pneumatická značka kývného pneumotoru

### 1.6.2.3 Rotační pneumotory

Tyto pneumotory mění energii stlačeného vzduchu na mechanickou energii rotačního pohybu. Mohou se otáčet oběma směry.



Obr. 14. Pneumatická značka rotačního pneumotoru

### 1.6.3 Rozvaděče

Rozvaděče jsou nejrozšířenější prvky pro hrazení průtoku vzduchu. Umožňují jednoduché a rychlé řízení směru pohybu pneumatických motorů, případně jejich Start / Stop.

Schematické znázornění rozvaděčů :

Ke znázornění rozvaděčů včetně jejich popisu a činnosti ve schématech slouží normalizované grafické značky. Tyto značky neříkají nic o konstrukčním provedení , výrobním typu či velikosti daného rozvaděče.

### 1.6.3.1 Značení jednotlivých přívodů (vstupů a výstupů)

Tab. 2. Značení jednotlivých přívodů

Pracovní(silové) výstupy	A, B, C	2, 4, 6
Zdroj - napájení	P	1
Odvzdušňovací výstupy (odfuk do atmosféry)	R, S, T	3, 5, 7
Řídící (ovládací) vstupy	X, Y, Z	10, 12, 14

### 1.6.3.2 Konstrukce rozvaděčů

Rozdělení podle konstrukce :

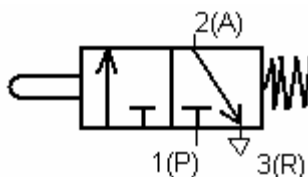
#### Ventilové

- S kuličkovými ventily
- S talířovými ventily
- Se sedlovými ventily

**Šoupátkové** – propojování kanálů se provádí válcovými plochými nebo rotačními šoupátkami.

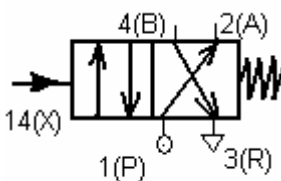
### Ventilové rozvaděče

- Rozvaděč 3/2 v základní poloze uzavřený (3 – počet cest, 2 – počet poloh)



Obr. 15. Pneumatická značka rozvaděče 3/2

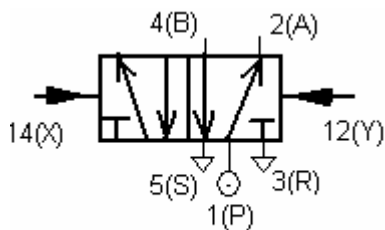
- Rozvaděč 4/2 (4 – počet cest, 2 – počet poloh)



Obr. 16. Pneumatická značka rozvaděče 4/2

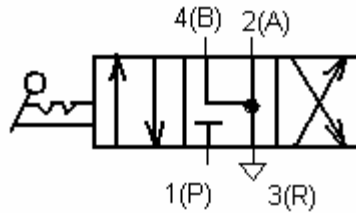
### Šoupátkové rozvaděče

- Rozvaděč 5/2 (5 – počet cest, 2 – počet poloh)



Obr. 17. Pneumatická značka rozvaděče 5/2

- Rozvaděč 4/3 ovládaný pákou s aretací



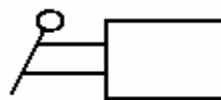
Obr. 18. Pneumatická značka rozvaděče 4/3

#### 1.6.4 Ovládání rozvaděčů

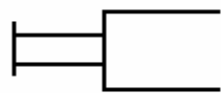
Rozvaděče lze ovládat různými způsoby, značku pro ovládání kreslíme z boku rozvaděče.

Rozdělení ovládaní :

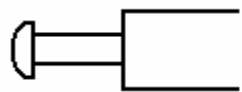
##### 1.6.4.1 Ovládání silou



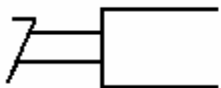
- Ovládání pákou



- Obecný znak pro ovládání silou



- Ovládání tlačítkem

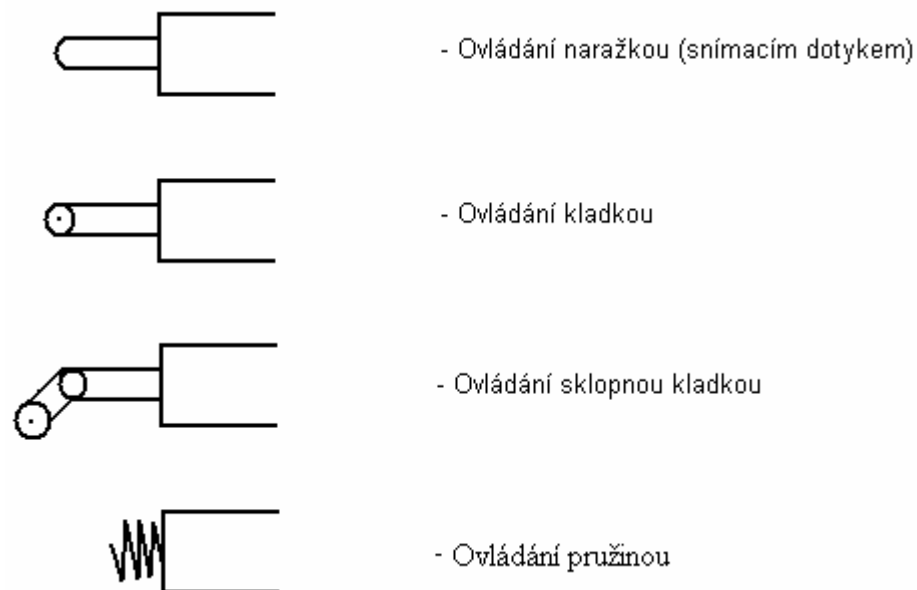


- Ovládání pedálem

Obr. 19. Pneumatické značky pro ovládání silou

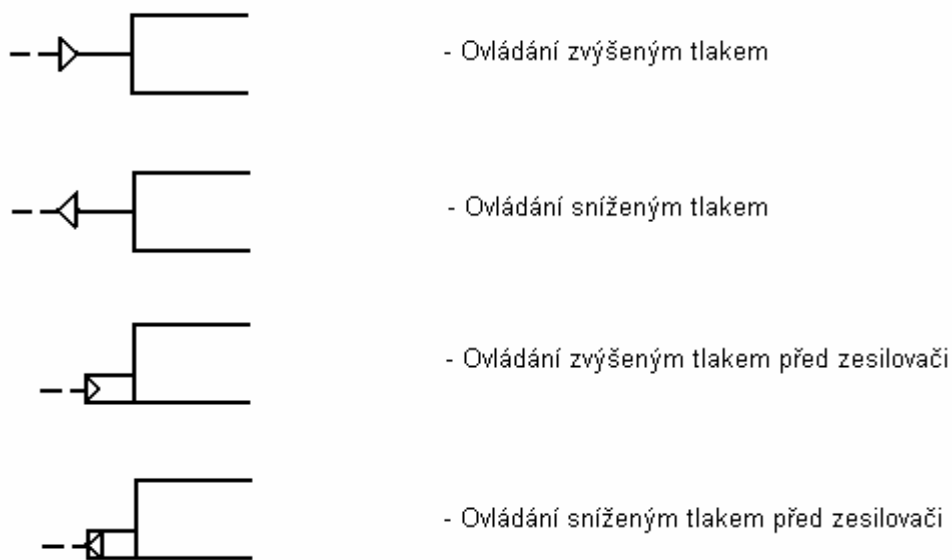


### 1.6.4.2 Ovládání mechanické



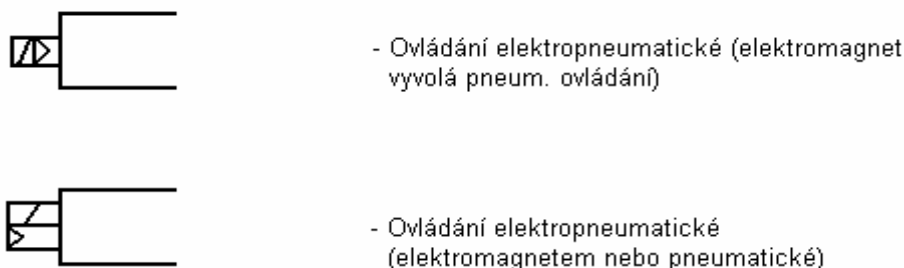
Obr. 20. Pneumatické značky pro ovládání mechanické

### 1.6.4.3 Ovládání pneumatické



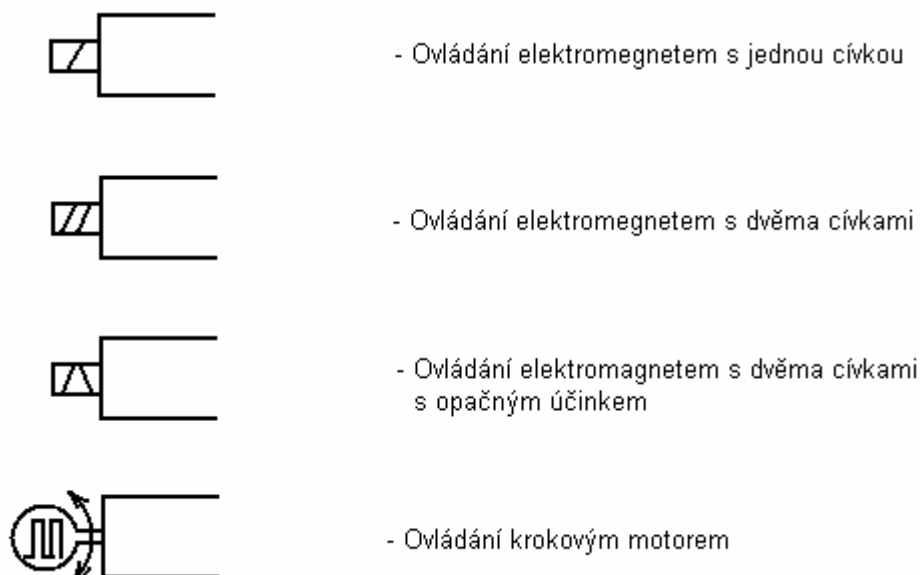
Obr. 21. Pneumatické značky pro ovládání pneumatické

#### 1.6.4.4 Ovládání kombinované



Obr. 22. Pneumatické značky pro kombinované ovládání

#### 1.6.4.5 Ovládání elektrické



Obr. 23. Pneumatické značky pro elektrické ovládání

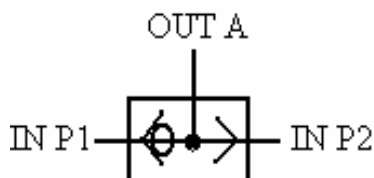
### 1.6.5 Ventily

Jsou pneumatické prvky, které slouží k hrazení průtoku hlavně v jednom směru, zatímco v druhém směru umožňují volný průtok.

#### 1.6.5.1 Ventil logické funkce „OR ; NEBO“ (logický součet)

Pneumo-statický ventil s funkcí logického součtu – „NEBO“ („OR“) propouští průtok stlačeného vzduchu pouze, je-li tlak v jednom ze vstupních kanálů a současně je působením tohoto tlaku, druhý vstupní kanál uzavřen. Při rozdílném tlaku vzduchu na vstupech, propustí na výstup proud vzduchu s vyšším tlakem.

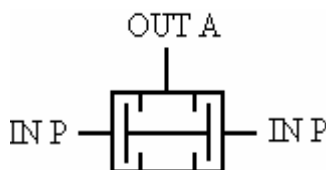
V podstatě jej tvoří zdvojený zpětný ventil. Těleso tohoto ventilu má dva vstupní a jeden výstupní kanál. Je-li přiveden tlak vzduchu na jeden ze vstupních kanálů (P1 nebo P2), proudí vzduch z tohoto kanálu výstupním kanálem (A). [7]



Obr. 24. Pneumatická značka ventilu „OR“

#### 1.6.5.2 Ventil logické funkce „AND ; A“ (logický součin)

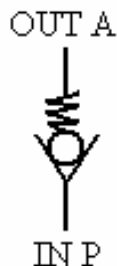
Pneumo-statický ventil s funkcí logického součinu – „A“ („AND“) propouští proud stlačeného vzduchu jen je-li stejný tlak v obou vstupních. Při nestejném tlaku vzduchu ve vstupních kanálech je ve výstupním kanálu proud vzduchu s nižším tlakem. [7]



Obr. 25. Pneumatická značka ventilu „AND“

#### 1.6.5.3 Jednosměrný ventil s pružinou (zpětný ventil)

Zpětný ventil dovoluje průtok media ventilem pouze v jednom směru. V opačném směru je sedlo ventilu uzavřeno prvkem (kuličkou, kotoučem, kuželkou, membránou) většinou přitlačovaným do sedla šroubovou pružinou. [7]



Obr. 26. Pneumatická značka jednosměrného ventilu

#### 1.6.5.4 Škrťací ventil (zpětný ventil)

Škrťací ventil reguluje průtok média pouze v jednom směru. Zpětný ventil je uzavřen a proud vzduchu musí procházet sedlem ventilu, jehož průřez je více či méně omezen kuželem vřetene škrťacího ventilu. Při průchodu média v opačném směru se tlakem vzduchu otevře zpětný ventil a stlačený vzduch proudí plným průřezem sedlem zpětného ventilu. Tyto ventily se používají k regulaci rychlosti pneumatických pohonů. [7]

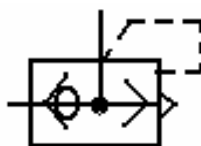


Obr. 27. Pneumatická značka škrťacího ventilu

#### 1.6.5.5 Rychloodvzdušňovací ventil

Rychloodvzdušňovací ventily se montují přímo na pneumatický válec, takže odpadá vliv odporů hadic, ventilů a tlumičů hluku. Velký průřez umožní rychlé odvzdušnění komory pneumatického válce a tím i dosažení velké rychlosti pístu.

Přivádí-li se stlačený vzduch do přívodního kanálu ventilu, membrána ventilu se tlakem vzduchu přitlačí na sedlo odvzdušňovacího kanálu a její okraje se prohnou tak, že umožní průchod stlačeného vzduchu do pneumatického válce. Po zastavení pohybu pístu v konci zdvihu se tlaky v tělese ventilu vyrovnají a membrána se narovná tak, že její okraje dotknou sedla kanálu přívodu vzduchu. Po přestavení 4/2 nebo 5/2 rozvaděče se odvzdušní přívodní kanál ventilu a tlak pneumatického válce prohne membránu nahoru, uzavře přívodní kanál a tím současně otevře kanál odvzdušnění ventilu. [7]



Obr. 28. Pneumatická značka rychloodvzdušňovacího ventilu

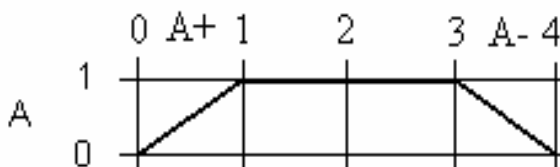
### 1.6.6 Řešení úloh se dvěma pneumotory

Řešení pneumatických obvodů se dvěma a více pneumotory se provádí pomocí krokového diagramu, diagramu ovládání popřípadě vývojového diagramu.

#### 1.6.6.1 Krokový diagram

Krokový diagram se používá ke grafickému vyjádření sledu funkcí jednotek strojů a zařízení. Tvoří základ pro vypracování schémat elektrických a pneumatických obvodů.

V krokovém diagramu je zachycen průběh činnosti pneumotoru v závislosti na následujícím kroku. [7]



Obr. 29. Krokový diagram

#### 1.6.6.2 Diagram ovládání řídicích povelů

Diagram ovládání je zobrazen stav ovládacího prvku (spínače) v závislosti na kroku nebo na čase.

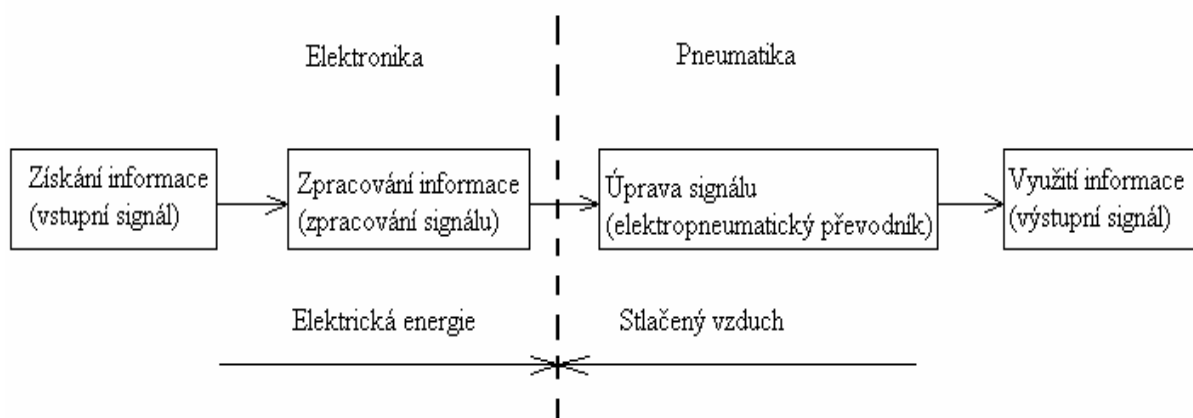


Obr. 30. Diagram ovládání řídicích povelů

## 2 ELEKTRO-PNEUMATICKÉ PRVKY PRO LOGICKÉ ŘÍZENÍ

### 2.1 Úvod do elektro-pneumatiky

Elektro-pneumatické řízení je kombinace pneumatiky a elektroniky. V tomto řízení se využívá elektrické energie, která se v elektro-pneumatickém převodníku mění na energii stlačeného vzduchu, která ovládá výstupní zařízení. Výstupním zařízením je pneumotor ovládaný rozvaděčem. Elektronická část je tvořena formou elektronických zapojení, které řídí pneumatickou část. Z toho plyne, že elektronická část je řídicí a pneumatická část je řízená. Základními prvky, které tvoří elektronickou část jsou relé, spínací kontakty, rozpínací kontakty, cívky atd. Pneumatická část je tvořena pneumatorem, rozvaděčem popř. škrťícími nebo rychloodvzdušňovacími ventily. Na obrázku (Obr. 31) je řídicí systém z hlediska rozdělení na elektroniku a pneumatiku.



Obr. 31. Řídicí systém

Jednotlivé funkce elektroniky a pneumatiky v elektro-pneumatickém řídicím systému jsou znázorněny v tabulce (Tab. 3).

Tab. 3. Funkce v elektro-pneumatickém systému

	VSTUPY SIGNÁLU	ZPRACOVÁNÍ INFORMACÍ	PŘEVODNÍKY	VÝSTUPY SIGNÁLU
PNEUMATIKA	Tlačítko spína- če	Rozvaděč	Pneumat. zesilovač	Pneumotor
ELEKTRO PNEUM.	Tlačítko spína- če	PLC Cívkové relé	Magnetické ventily	Pneumotor

## 2.2 Prvky pro získání informace

Úlohou těchto prvků je získání elektrických signálů, které se podle způsobu spínání dělí na:

- kontaktní
- bezkontaktní

podle funkce dělíme spínací prvky na:

- zapínací
- přepínací
- vypínací

členění spínačů podle způsobu návratu:

- samočinné
- bez samočinného návratu

### 2.2.1 Tlačítkové spínače

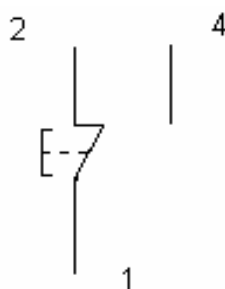
Používají se tam, kde je ruční signál vyžadován pro start pracovního cyklu a nebo, kde je vyžadována bezpečnost obsluhy.



Obr. 32. Značka tlačítkového spínacího kontaktu



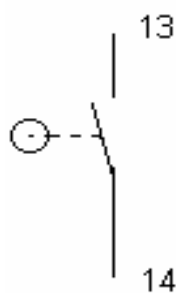
Obr. 33. Značka tlačítkového vypínacího kontaktu



Obr. 34. Značka tlačítkového přepínacího kontaktu

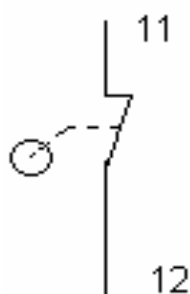
### 2.2.2 Mechanické koncové spínače

Tyto spínače jsou vhodné pro malé ovládací rychlosti. Ovládací pohyb je na spínač převáděn nejčastěji kladkou nebo výkyvnou kladkou.

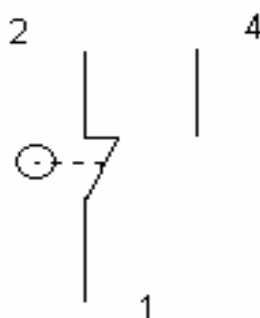


Obr. 35. Značka mechanického spínacího kontaktu





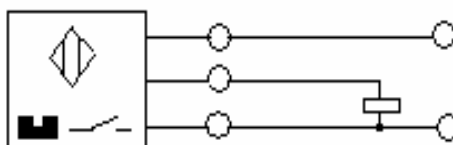
Obr. 36. Značka mechanického vypínacího kontaktu



Obr. 37. Značka mechanického přepínacího kontaktu

### 2.2.3 Magnetické snímače polohy

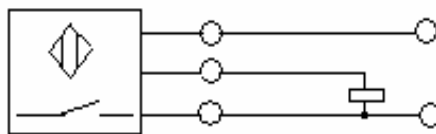
Tento typ snímačů je tvořen jazýčkovým relé, které přepne, je-li vystaveno účinkům magnetického pole (pneumatického válce), používá se tam, kde je nedostatek pracovního místa (prach nebo horko).



Obr. 38. Značka magnetického snímače polohy

### 2.2.4 Indukční snímače

Je-li snímač pod napětím, vytváří pomocí oscilátoru elektromagnetické pole, je-li vložen do tohoto pole kovový předmět, projeví se to poklesem energie oscilátoru a dojde k přerušení signálu. Tyto snímače reagují pouze na kovy.

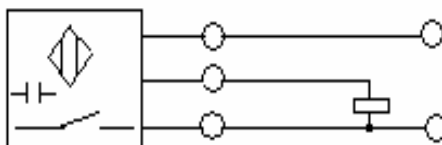


Obr. 39. Značka indukčního snímače polohy

### 2.2.5 Kapacitní snímače

Při přiblížení kovového nebo nekovového předmětu ke snímači, dojde ke změně kapacity. Tato změna se projeví sepnutím elektrického obvodu v důsledku rozkmitání oscilátoru.

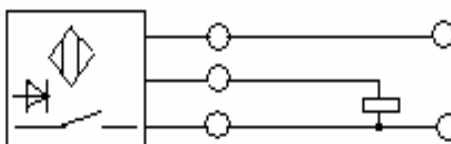
Tyto snímače reagují na kovové i nekovové předměty. Nevýhodou je, že tento snímač je citlivý na vlhko na čelní ploše.



Obr. 40. Značka kapacitního snímače polohy

### 2.2.6 Optické snímače

Činnost těchto snímačů je založena na změně odrazu nebo přerušení světelného paprsku, který vysílají tyto snímače. Tyto snímače reagují na všechny materiály.

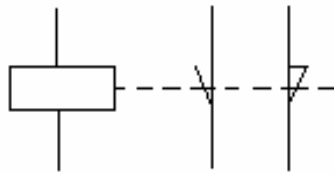


Obr. 41. Značka optického snímače polohy

## 2.3 Prvky pro zpracování informace

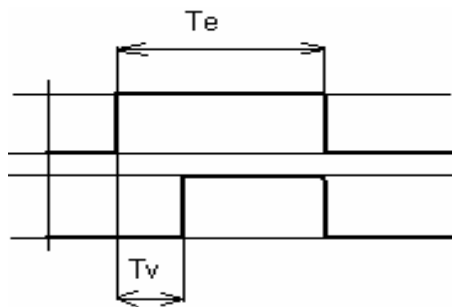
### 2.3.1 Systém s pevnou logikou (relé)

- relé jsou spínací přístroje pro zpracování informací, které s nepatrnou spotřebou el. energie realizují spínací a řídicí funkce.
- Princip činnosti relé spočívá v tom, že při přivedení napětí na vinutí cívky vzniká v okolí magnetické pole, které působí na kotvu a vtahuje ji do cívky.
- Kotva je mechanicky spojena s kontakty, které zapínají nebo vypínají elektrický obvod.

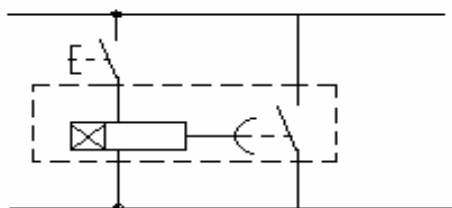


Obr. 42. Značka relé

### 2.3.2 Časové relé se zpožděním při zapnutí

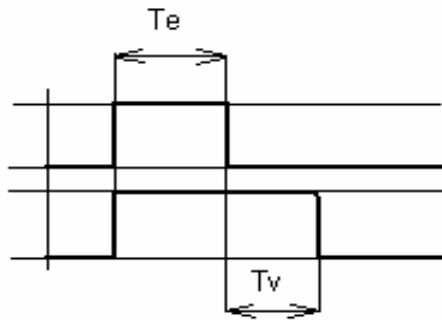


Obr. 43. Časový průběh – zpoždění při zapnutí

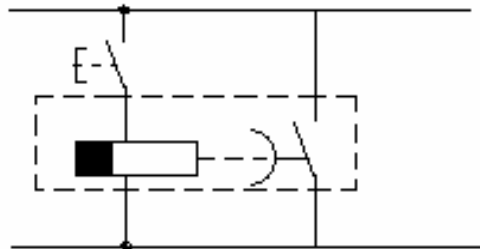


Obr. 44. Značka časového relé se zpožděním při zapnutí

### 2.3.3 Časové relé se zpožděním při vypnutí



Obr. 45. Časový průběh – zpoždění při vypnutí



Obr. 46. Značka časového relé se zpožděním při vypnutí

## 2.4 Elektropneumatické měniče (rozvaděče)

Úkolem těchto měničů (rozvaděčů) je realizovat přechod z elektrického na pneumatický signál. K tomuto účelu se používají pneumatické rozvaděče s elektromagnetickým ovládním.

### 2.4.1 Rozvaděč 3/2 s elektromagnetickým ovládním a s pomocným ručním ovládním v základní poloze otevřený.



Obr. 47. Značka elektro-pneumatického rozvaděče 3/2

#### 2.4.2 Rozvaděč 3/2 s elektromagnetickým ovládáním, s pomocným ručním ovládáním a s pomocným rozvaděčem



Obr. 48. Značka elektro-pneumatického rozvaděče 3/2 s pomocným rozvaděčem

#### 2.4.3 Rozvaděč 4/2 s elektromagnetickým ovládáním, s pomocným ručním ovládáním a s pomocným rozvaděčem

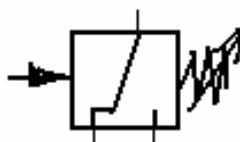
Rozvaděč zůstane ve funkční poloze i po zániku řídicího signálu. Převádí elektrický signál na pneumatický, pracuje jako paměťový člen (i po krátkém impulsu zůstane ve funkční poloze).



Obr. 49. Značka elektro-pneumatického rozvaděče 4/2

#### 2.4.4 Pneumaticko - elektrický měnič

Převádí pneumatický signál na elektrický signál



Obr. 50. Značka pneumaticko-elektrického měniče

## II. PRAKTICKÁ ČÁST

### 3 MOŽNOST DEMONSTRACE PNEUMATICKÝCH A ELEKTRO-PNEUMATICKÝCH ÚLOH NA PRACOVIŠTI UAŘT

Před tím než jsem mohl začít projektovat jednotlivé úlohy, bylo nutné zjistit, jaká je možnost demonstrace pneumatických a elektro-pneumatických prvků na pracovišti UAŘT.

Proto jsem se seznámil s obsahem tréninkových kufřů, které jsou na pracovišti UAŘT. Jsou to dva pneumatické a dva elektro-pneumatické tréninkové kufry. Tyto kufry obsahovaly základní prvky a proto bylo nutné pro realizaci složitějších úloh, je vhodně doplnit.

#### 3.1 Pneumatické tréninkové kufry

V těchto pneumatických kufrech byla základní sestava prvků, která byla po konzultaci s vedoucím bakalářské práce doplněna o potřebné prvky.

*Základní sestava pneumatického kufru (před doplněním):*

- Ovládání kladkou (sedmkrát)
- Ovládání tlačítkem (třikrát )
- Ovládání páčkou (dvakrát)
- Rychloodvzdušňovací ventil (čtyřikrát)
- Jednosměrný ventil (jedenkrát)
- Jednočinný pneumotor - součástí je funkce škrcení na vstupu (jedenkrát)
- Dvočinný pneumotor – součástí je funkce škrcení na vstupu a na výstupu (čtyřikrát)
- Filtr/regulátor tlaku (jedenkrát)
- Rozvaděč 3/2 (desetkrát)
- Rozvaděč 4/2 (dvakrát)
- Rozvaděč 5/2 (šestkrát)
- Manometr (jedenkrát)
- Vzdušník (jedenkrát)
- Kompresor (jedenkrát)

*Sestava pneumatického kufru byla doplněna o:*

- Logický součet „OR“ (třikrát)
- Logický součin „AND“ (třikrát)
- Mechanický zpožďovací ventil (jedenkrát)

Po tomto doplnění je možné realizovat všechny navržené pneumatické úlohy.

### 3.2 Elektro-pneumatické tréninkové kufry

U elektro-pneumatických kufrů vznikl problém doplnění těchto kufrů na faktu, že tyto tréninkové kufry jsou v poslední době nahrazovány modelovacími soupravami, které jsou jak pro pneumatiku, tak pro elektro-pneumatiku. Po konzultaci se zástupcem firmy SMC, jsem zjistil, že elektro-pneumatický kufr nelze doplnit, protože nejsou k sehnání vhodné komponenty, kterými by bylo možné tento kufr doplnit. Proto bylo nutné najít nějaké jiné řešení, jak prokázat funkčnost schémat. K ověření funkčnosti elektro-pneumatických schémat by, zvolen simulační program „FluidSim“

Základní sestava elektro-pneumatického kufru:

#### *Elektronická část*

- Spínací kontakt (dvakrát)
- Přepínací kontakt (jedenkrát)
- Rozpínací kontakt (dvakrát)
- Více kontaktní relé (čtyři krát)
- Časovač (dvakrát)
- Stálé napájení (jedenkrát)
- Elektro-pneumatický měnič (jedenkrát)

#### *Pneumatická část*

- Pneumatický suport (dvakrát)
- Jednočinný pneumotor (jedenkrát)
- Dvojčinný pneumotor (dvakrát)
- Rotační pneumotor (dvakrát)
- Pneumatické chapadlo (Jedenkrát)

Vybavení elektro-pneumatického kufru slouží pro jednodušší úlohy.

#### 3.2.1 „FluidSim“ od firmy Festo

Je to simulační program od firmy Festo. Tento program nám umožňuje ověřit funkčnost navržených úloh. Je to programové prostředí v kterém se schémata tvoří vkládáním jednotlivých prvků z knihovny prvků a jejich následným propojením. Je to program, který je



možno volně stáhnout z internetových stránek firmy Festo. V programu je možno názorně sledovat medium (pneumatika - stlačený vzduch, elektro-pneumatika – elektrický signál/stlačený vzduch), jak ovládá jednotlivé prvky pneumatického popřípadě elektro-pneumatického obvodu. Tento program je použitelný pro oba druhy řízení.

## 4 SADA ČTYŘ ZÁKLADNÍCH ÚLOH RŮZNÉ SLOŽITOSTI PRO PNEUMATICKÉ A ELEKTRO-PNEUMATICKÉ ŘÍZENÍ

V této praktické části bakalářské práce jsem navrhl sadu čtyř úloh, různé složitosti z pneumatického a elektro-pneumatického řízení. Tyto úlohy mají stejné zadání, jak pro pneumatiku, tak i pro elektro-pneumatiku. Zadání jsou koncipována od nejjednodušších úloh po složitější. Pneumatické úlohy jsou od simulované v programu „FluidSim“ a realizované na tréninkových pneumatických kufrech. Elektro-pneumatické úlohy jsou od simulované v programu „FluidSim“. Realizace ovšem nebyla možná v plném rozsahu, protože elektro-pneumatický tréninkový kufr nemá dostatečné vybavení.

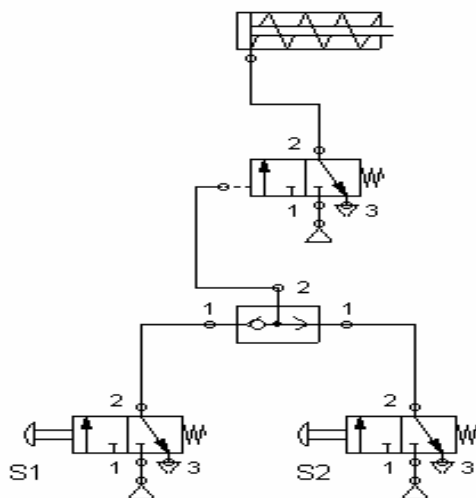
### 4.1 Úloha č.1 - Řízení jednočinného pneumotoru ze dvou různých míst

*Zadání úlohy:* Na stisknutí tlačítka (S1) nebo (S2) se má pneumotor vysunout do koncové polohy a potom se automaticky vrátit do výchozí polohy.

#### 4.1.1 Popis pracovního úkolu (pneumatika):

Stisknutím tlačítka (S1) nebo tlačítka (S2) se rozvaděč přesune do průchozí polohy, tím se médium dostane na vstup (počáteční poloha) pneumotoru a zapříčiní jeho vysunutí. Zpětný pohyb pneumotoru je zapříčiněn pružinou pneumotoru.

Napájení je prováděno kompresorem. Nové spuštění cyklu lze provést až po opětovném stisknutí tlačítka.



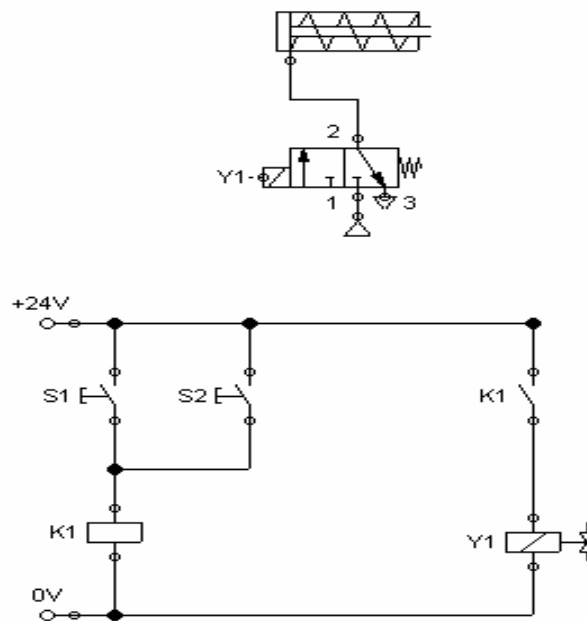
Obr. 51. Úloha č.1 – pneumatika

Seznam použitých prvků pro pneumatický obvod úlohy č.1:

- 1) Jednočinný přímočarý pneumotor
- 2) Logický součet (OR)
- 3) Dva tlačítkové spínače (S1, S2)
- 4) Rozvaděč 3/2 (v základní poloze uzavřený)
- 5) Napájení kompresorem

#### 4.1.2 Popis pracovního úkolu (elektro-pneumatika)

Stisknutím tlačítka (S1) nebo tlačítka (S2) se signál dostane do relé (K1), které sepne kontakt (K1) a dojde k přestavení rozvaděče do průchozí polohy, což zapříčiní vysunutí pneumotoru do koncové polohy. Zpětný pohyb je zapříčiněn pružinou pneumotoru.



Obr. 52. Úloha č.1 – elektro-pneumatika

Seznam použitých prvků pro elektro-pneumatický obvod úlohy č.1:

- 1) Tři spínací kontakty (S1,S2,K1)
- 2) Jedno relé (K1)
- 3) Jedna cívka (Y1)
- 4) Napájení (+ 24V, - 0V)

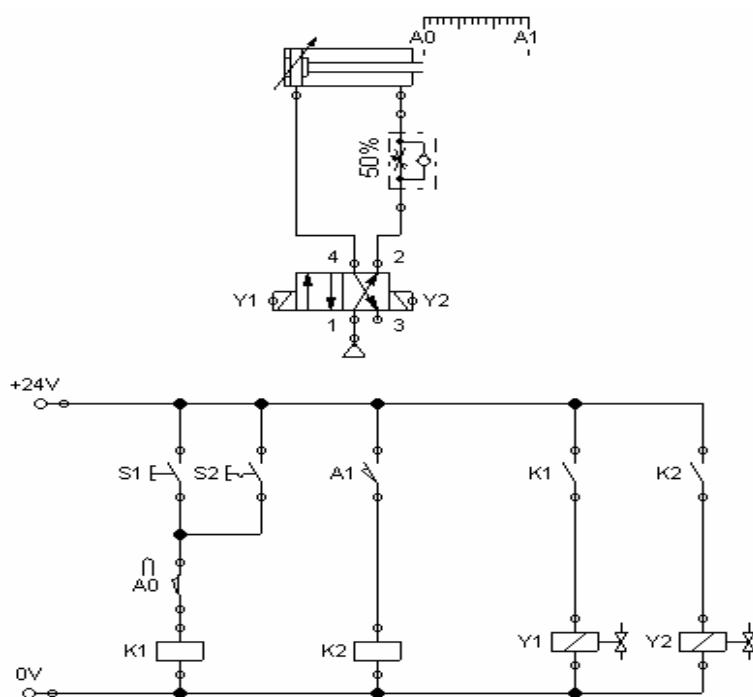


Seznam použitých prvků pro pneumatický obvod úlohy č.2:

- 1) Tlačítkový spínač (S1)
- 2) Pedálový spínač (S2)
- 3) Jedna kladka (určující podmínku vysunutí A0), Druhá kladka (koncová poloha A1)
- 4) Logický součet (OR), Logický součin (AND)
- 5) Rozvaděč 4/2
- 6) Škrťící ventil
- 7) Dvojčinný přímočarý pneumotor
- 8) Napájení kompresorem

#### 4.2.2 Popis pracovního úkolu (elektro-pneumatika)

Stisknutím tlačítka (S1) nebo pedálu (S2) a zároveň, když je splněna podmínka A0 (zde jako sepnutý spínací kontakt – tzn. materiál je v zásobníku), tak se signál dostane do relé (K1), které sepne kontakt (K1) a dojde k přestavení rozvaděče do průchozí polohy, což zapříčiní vysunutí pístu pneumotoru do koncové polohy (A1). Jakmile se píst pneumotoru vysune do koncové polohy (A1), tak se sepne kontakt (A1) a signál se dostane k relé (K2), které sepne kontakt (K2) a píst pneumotoru se pomalu zasune do počáteční polohy (A0).



Obr. 54. Úloha č.2 – elektro-pneumatika

Seznam použitých prvků pro elektro-pneumatický obvod úlohy č.2:

- 1) Šest spínacích kontaktů (S1,S2,A1,K1,K2,A0)
- 2) Dvě relé (K1,K2)
- 3) Dvě cívky (Y1,Y2)
- 4) Napájení (+ 24V, - 0V)

### **4.3 Úloha č.3 - Řízení dvojčinného pneumotoru pomocí tlačítka s výdrží v koncové poloze**

*Zadání úlohy:* Píst dvojčinného pneumotoru na stisknutí tlačítka (S1) nebo (S2) se začne vysouvat za podmínky, že je píst v počáteční poloze. Po dosažení koncové polohy (A1) musí píst určitou dobu (mechanicky ovládaný zpoždovací ventil) stlačovat spleené díly a pak se automaticky pomalu vrátit do počáteční polohy. Nové spuštění cyklu lze provést až po opětovném stisknutí tlačítka.

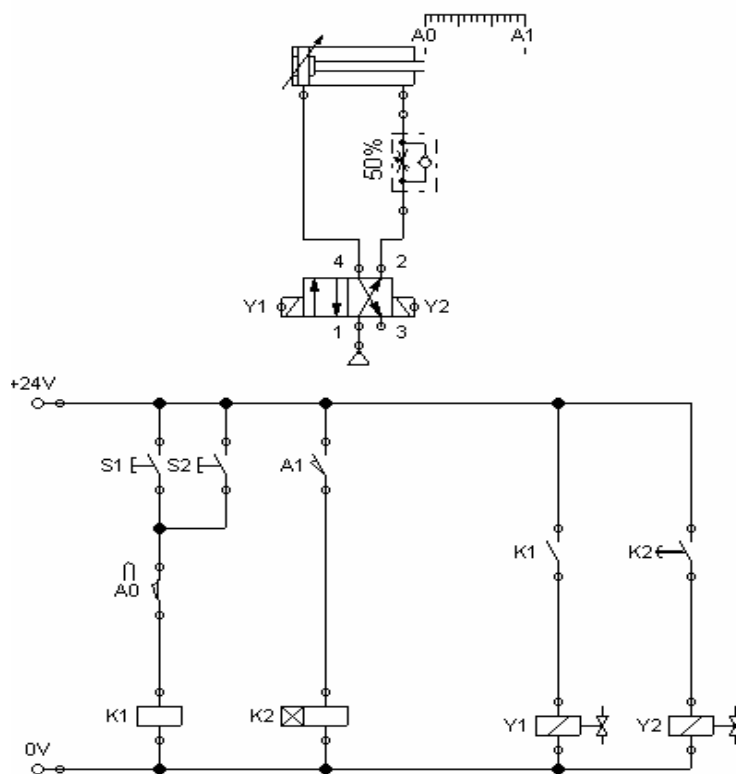
#### **4.3.1 Popis pracovního úkolu (pneumatika)**

Stisknutím tlačítka (S1) nebo (S2) dojde k přestavení rozvaděče do průchozí polohy, zároveň však musí být splněna podmínka, že píst pneumotor je v počáteční poloze (A0), což nám zajišťuje kladka (A0). Tato podmínka je dána logickým součinem „AND“. Po splnění této podmínky se medium dostane na vstup (počáteční poloha) pneumotoru a píst pneumotoru se vysune do koncové polohy (A1). Jakmile se pneumotor vysune do koncové polohy (A1), která je realizována pomocí kladky (A1), tak následuje výdrž v této poloze (podle potřeby), což má za příčinu zpoždovací ventil (zpožděné zapínání rozvaděče 3/2, který je jeho součástí). Po výdrži v koncové poloze (A1), dojde k pomalému zasunutí pístu pneumotoru do počáteční polohy (A0). Zpětný pohyb pneumotoru je pomalý, protože je zpomalen škrtícím ventilem (rychlost zasunutí pneumotoru si můžeme nastavit sami, podle toho na kolik procent škrtící ventil necháme otevřený).



### 4.3.2 Popis pracovního úkolu (elektro-pneumatika)

Stisknutím tlačítka (S1) nebo (S2) a zároveň, když je splněna podmínka (A0), tak se signál dostane do relé (K1), které sepne kontakt (K1) a dojde k přestavení rozvaděče do průchozí polohy a píst pneumotoru se vysune do koncové polohy (A1). Jakmile píst pneumotoru dosáhne koncové polohy (A1), tak se sepne kontakt (A1) a signál se dostane do relé K2 (časové relé se zpožděním při zapnutí), které sepne kontakt (K2) a dojde k pomalému zasunutí pístu pneumotoru. Pomalé zasunutí do počáteční polohy je realizováno pomocí škrťacího ventilu. Podmínka (A0), která je nutná pro spuštění cyklu je realizována logickým součinem „AND“ a řízení ze dvou míst je realizováno logickým součtem „OR“.



Obr. 56. Úloha č.3 – elektro-pneumatika

Seznam použitých prvků pro elektro - pneumatický obvod úlohy č.3:

- 1) Pět spínacích kontaktů (S1,S2,A1,A0,K2 – speciální spínací kontakt pro časové relé)
- 2) Dvě relé (K1,K2 – časové relé se zpožděním při zapnutí)
- 3) Dvě cívky (Y1,Y2)
- 4) Napájení (+ 24V, - 0V)



## 4.4 Úloha č.4 – Řízení dvou dvojčinných pneumotorů

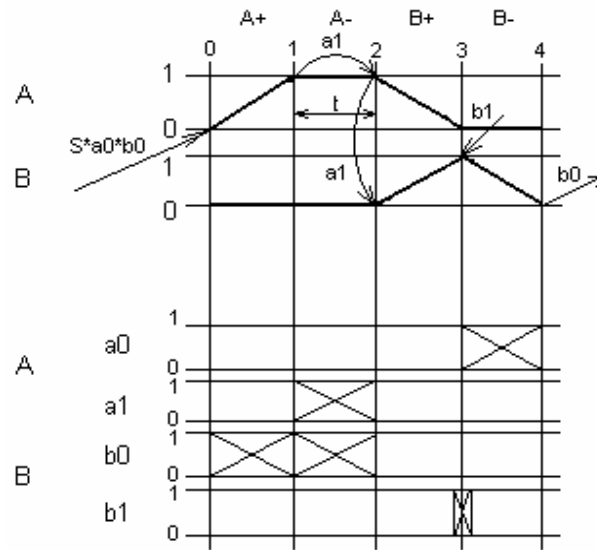
*Zadání úlohy:* Píst dvojčinného pneumotoru se vysouvá po stisknutí tlačítka (S) za předpokladu že pneumotor A i B jsou v počáteční poloze. Po dosažení koncové polohy pneumotorem A musí píst deset sekund stlačovat materiál a potom se automaticky vrátit do počáteční polohy, zároveň však při zpětném pohybu pneumotoru A do počáteční polohy, začíná se pneumotor B vysouvat do koncové polohy (například odsune slepený materiál z pásu), než přijede nový materiál na lepení. Po dosažení koncové polohy pneumotorem B se může pneumotoru B zasunout do počáteční polohy.

### 4.4.1 Popis pracovního úkolu (pneumatika)

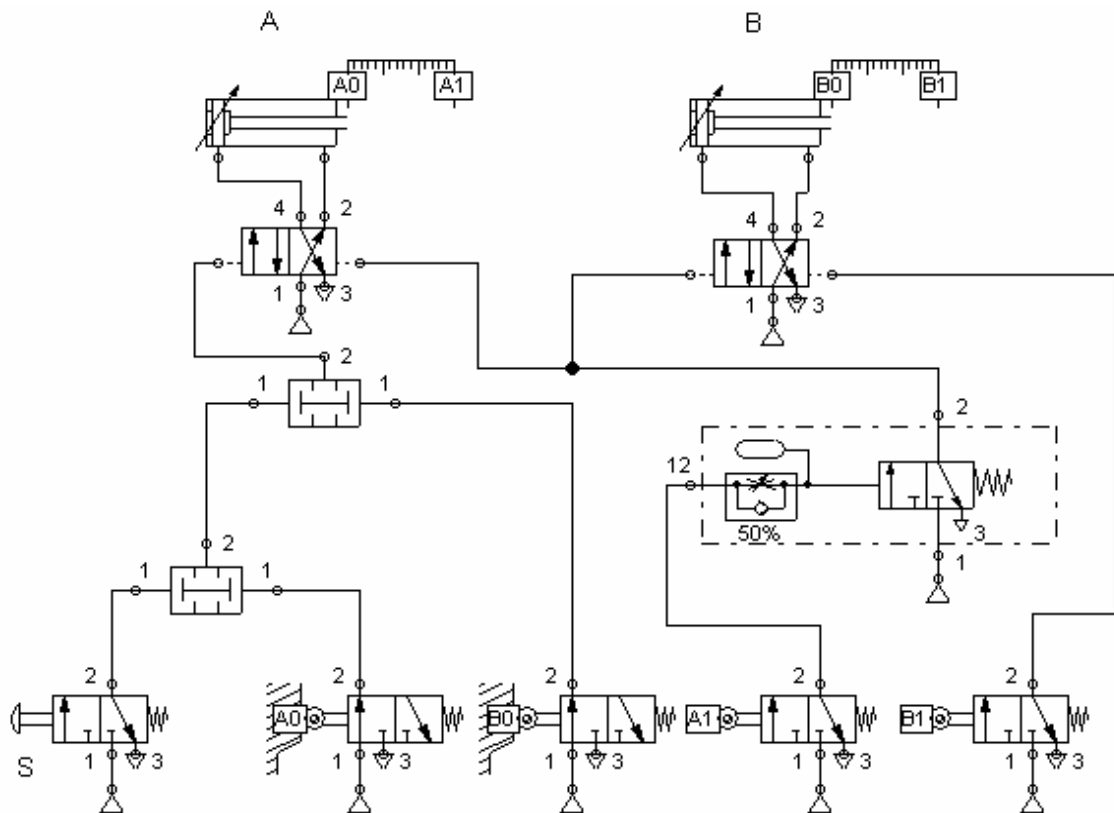
Stisknutím tlačítka (S) dojde k přestavení rozvaděče do průchozí polohy, zároveň však musí být splněna podmínka, že pneumotor A je v počáteční poloze (A0), což zajišťuje kladka (A0) a i pneumotor B musí být v počáteční poloze (B0), což značí kladka (B0). Tyto dvě podmínky jsou dány logickými součiny „AND“. Potom se medium dostane na vstup (počáteční poloha) pneumotoru. Jako první se vysune pneumotor A do koncové polohy (A1), která je realizována pomocí kladky (A1). Nastává výdrž v této poloze, což nám zajišťuje zpoždovací ventil (doba setrvání v poloze A1 se dá mechanicky nastavit) a po uplynutí nastaveného časového intervalu se pneumotor A zasune do počáteční polohy (A0). Zároveň při zasouvání pneumotoru A dochází k vysouvání pneumotoru B do koncové polohy (B1), která je realizována kladkou (B1). Po dosažení koncové polohy (B1) se pneumotor B vrací do počáteční polohy (B0). Nové spuštění cyklu lze provést až po opětovném stisknutí tlačítka.

**Krokový diagram** (úloha č.4 - platí jak pro pneumatiku, tak i pro elektro-pneumatiku)

Vysunutí pneumotoru A do koncové polohy (A1) způsobuje signál  $S \cdot a_0 \cdot b_0$ , výdrž v této poloze po dobu  $t$  způsobuje signál  $a_1$ . Signál  $a_1$  způsobuje také současné zasunutí pneumotoru A do počáteční polohy (A0) a vysunutí pneumotoru B do koncové polohy (B1). Zasunutí pneumotoru B do počáteční polohy (B0) způsobuje signál  $b_1$ . Pneumotor B se vrátí do počáteční polohy (B0), což potvrdí signál  $b_0$ .



Obr. 57. Úloha č.4 – krokový diagram a diagram řídicích povelů



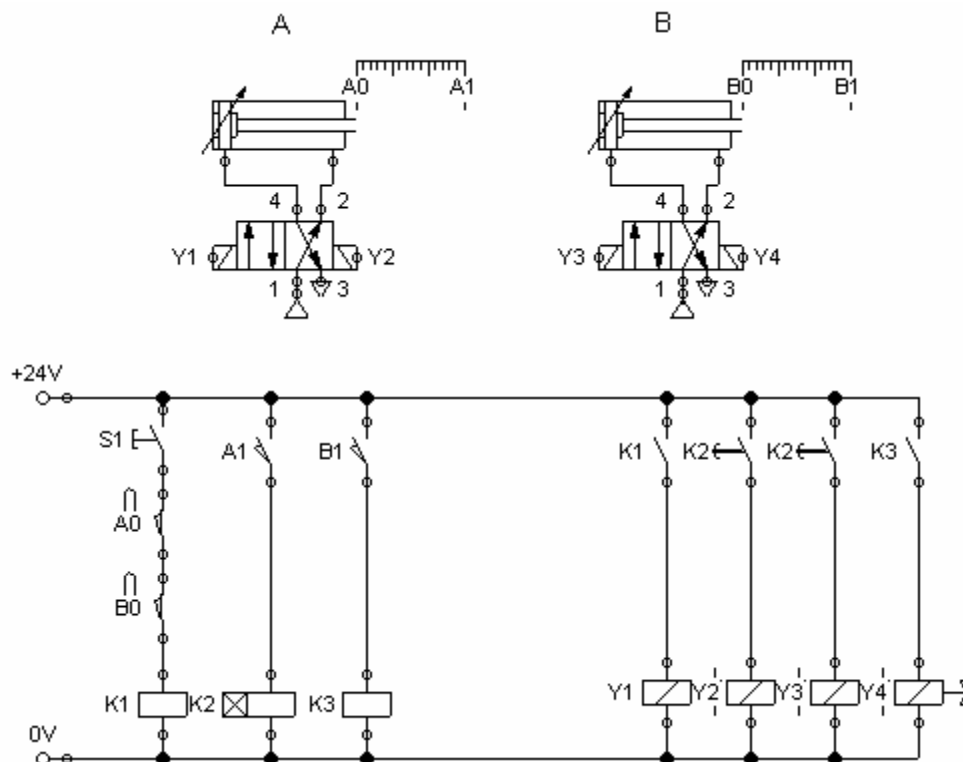
Obr. 58. Úloha č.4 - pneumatika

Seznam použitých prvků pro pneumatický obvod úlohy č.4:

- 1) Tlačítkový spínač (S)
- 2) První kladka (určující podmínku vysunutí A0), druhá kladka (koncová poloha A1), třetí kladka (určující podmínku vysunutí B0), čtvrtá kladka (koncová poloha B1)
- 3) Dva logické součiny (AND)
- 4) Dva rozvaděče 4/2
- 5) Dva dvojčinné přímočaré pneumotory (A,B)
- 6) Zpoždovací ventil (zpožděné zapínání rozvaděče 3/2 , složení zpoždovacího ventilu: škrtící ventil, vzdušník, rozvaděč 3/2)
- 7) Napájení kompresorem

#### 4.4.2 Popis pracovního úkolu (elektro-pneumatika)

Stisknutím tlačítka (S1) a zároveň, když je splněna podmínka, že pneumotor A je v počáteční poloze (A0) a pneumotor B je v počáteční poloze (B0). Tímto jsou podmínky splněny, a tak se signál může dostat do relé (K1) , které sepne kontakt (K1) a dojde k přestavení rozvaděče do průchozí polohy, tudíž pneumotor A se vysune do koncové polohy (A1). Při dosažení této polohy (A1) se sepne a signál se dostane k relé (K2 - časové relé se zpožděním při zapnutí), které sepne kontakty (K2) a dojde k současnému vysunutí pneumotoru B a zasunutí pneumotoru A. Jakmile pneumotor B se dostane do koncové polohy (B1), tak (B1) se sepne a signál se dostane do relé (K3), které sepne kontakt (K3) a dojde k zasunutí pneumotoru B.



Obr. 59. Úloha č.4 – elektro-pneumatika

Seznam použitých prvků pro elektro-pneumatický obvod úlohy č.4:

- 1) Sedm spínacích kontaktů (S1,A0,A1,B0,B1,K1,K3, Dva kontakty K2 – speciální spínací kontakty pro časové relé),
- 2) Tři relé (K1,K2 – časové relé se zpožděním při zapnutí,K3)
- 3) Čtyři cívky (Y1,Y2,Y3,Y4)
- 4) Napájení (+ 24V, - 0V)

## 5 DALŠÍ ÚLOHY K PROCVIČENÍ

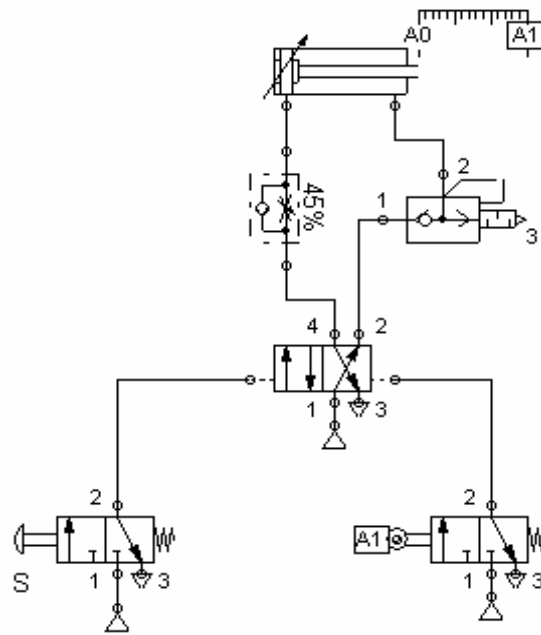
V této části bakalářské práce jsou navrženy pneumatické a elektro-pneumatické úlohy. Všechny úlohy jsou popsány a od simulovány a pneumatické úlohy jsou i realizovány.

### 5.1 Pneumatická část

#### 5.1.1 Úloha č.5 - Zařízení na vysekávání z pásů (Řízení dvojčinného pneumotoru pomocí tlačítka s rychlým vysunutím a pomalým zasunutím pístu pneumotoru).

*Zadání úlohy:* Píst dvojčinného pneumotoru ovládající razník lisu po stisknutí startovacího tlačítka (S) se velmi rychle vysune a vysekne z pásu daný profil. Po dosažení koncové polohy se pomalu automaticky vrátí zpět.

*Popis pracovní úlohy:* Po stisknutí tlačítka (S) se rozvaděč (S) přestaví do průchozí polohy a médium se dostane do rozvaděče 4/2, který přestaví do průchozí polohy. Okamžitě jak se píst pneumotoru začne vysouvat, tak vytlačované médium se dostane na výstup z pneumotoru přes rychle odvzdušňovací ventil, který zapříčiní rychlé vysunutí pneumotoru. Po dosažení koncové polohy (A1), která je opatřena kladkou (A1), dojde k sepnutí této kladky ve formě rozvaděče 3/2 a tím se rozvaděč 4/2 přesune zpět do své počáteční polohy, přičemž nastane pomalé zasunutí pístu pneumotoru do počáteční polohy (A0). Pomalé zasunutí je realizováno pomocí škrťacího ventilu, který se nachází před vstupem do pneumotoru a je ve zpětném průtoku média (zasouvání pístu pneumotoru). Můžeme nastavit průtok média a tím zpomalit zasouvání pneumotoru. Nastavení propustnosti ventilu je v procentech.



Obr. 60. Úloha č.5 - pneumatika

Seznam použitých prvků pro pneumatický obvod úlohy č.5:

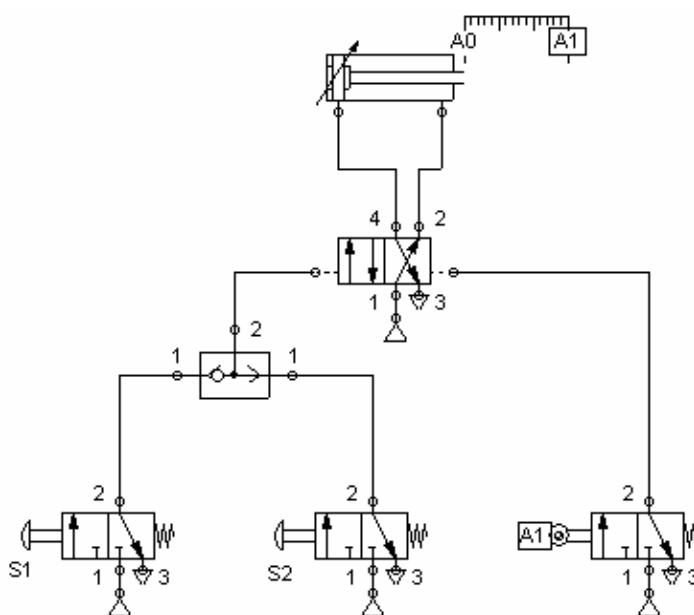
- 1) Tlačítkový spínač (S)
- 2) Kladka (A1 pro zasunutí pístu pneumotoru)
- 3) Rozvaděč 4/2
- 4) Škrťací ventil
- 5) Dvojčinný přímočarý pneumotor
- 6) Rychle odvzdušňovací ventil
- 7) Napájení kompresorem

### 5.1.2 Úloha č.6 - Podávání materiálu (řízení dvojčinného pneumotoru ze dvou různých míst)

*Zadání úlohy:* Po oboustranném montážním pásu je po jednom pracovišti. Posunutí pásu je zabezpečeno dvojčinným pneumotorem a to na stisknutí tlačítka (S1) nebo stisknutí tlačítka (S2). Zpětný pohyb pneumotoru následuje automaticky po dosažení koncové polohy.

*Popis pracovní úlohy:* Po stisknutí tlačítka (S1) nebo (S2) dojde k přestavení rozvaděče 4/2 do průchozí polohy a medium se dostane na vstup pneumotoru a zapříčiní jeho vysunutí.

Funkce „nebo” je zde realizována pomocí logického součtu „OR“, který nám umožňuje ovládat vysunutí pístu pneumotoru z více míst. Po dosažení koncové polohy (A1), která je realizována kladkou (A1), dojde k sepnutí této kladky ve formě rozvaděče 3/2 a tím se rozvaděč 4/2 přesune zpět do své počáteční polohy, přičemž nastane zasunutí pneumotoru do počáteční polohy (A0).



Obr. 61. Úloha č.6 - pneumatika

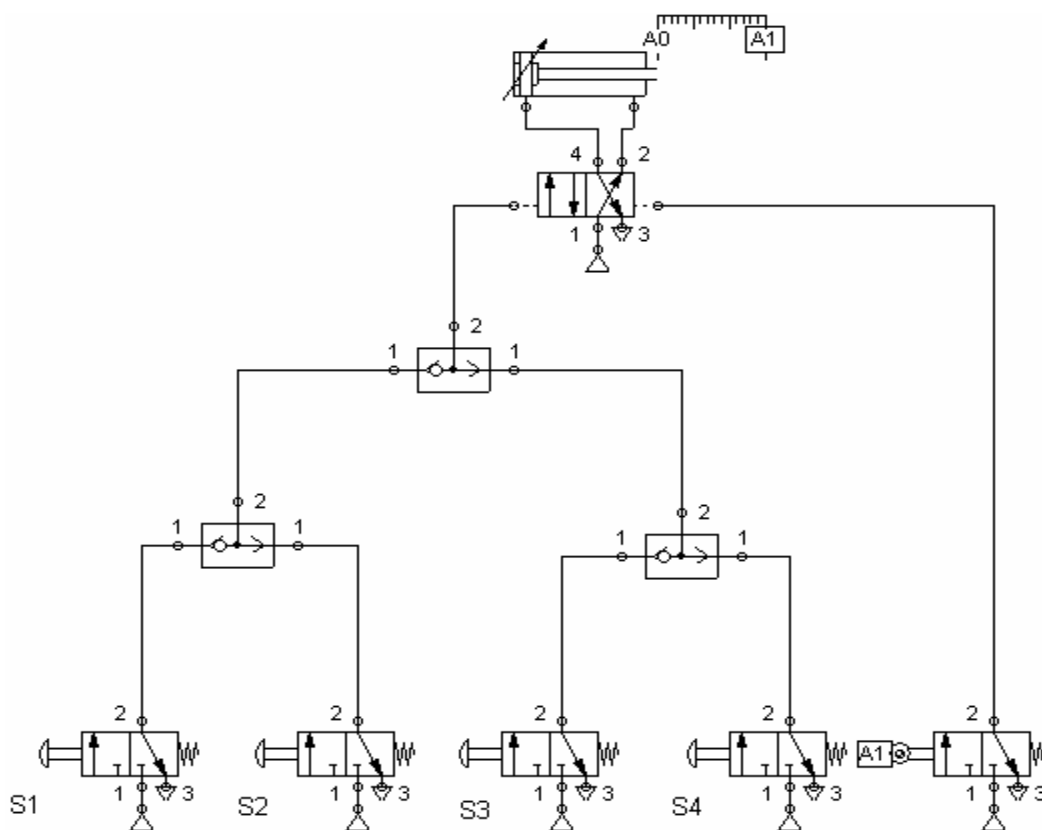
Seznam použitých prvků pro pneumatický obvod úlohy č.6:

- 1) Dva tlačítkové spínače (S1,S2)
- 2) Kladka (A1 pro zasunutí pístu pneumotoru)
- 3) Rozvaděč 4/2
- 4) Dvojčinný přímočarý pneumotor
- 5) Logický součet (OR)
- 6) Napájení kompresorem

### 5.1.3 Úloha č.7 – Řízení dvojčinného pneumotoru ze čtyř různých míst

*Zadání úlohy:* Po oboustranném montážním pásu je po dvou pracovištích. Posunutí pásu je zabezpečeno dvojčinným pneumotorem a to na stisknutí spínače (S1) nebo (S2) nebo (S3) nebo (S4). Zpětný pohyb pneumotoru následuje automaticky po dosažení koncové polohy.

*Popis pracovní úlohy:* Po stisknutí tlačítka (S1) nebo (S2) nebo (S3) nebo (S4) dojde k přestavení rozvaděče 4/2 do průchozí polohy a medium se dostane na vstup pístu pneumotoru a zapříčiní jeho vysunutí. Funkce „nebo“ je zde realizována pomocí tří logických součtů „OR“, které nám umožňují ovládat vysunutí pístu pneumotoru z více míst. Po dosažení koncové polohy (A1), která je realizována kladkou (A1), dojde k sepnutí této kladky ve formě rozvaděče 3/2 a tím se rozvaděč 4/2 přesune zpět do své počáteční polohy, přičemž nastane zasunutí pneumotoru do počáteční polohy (A0).



Obr. 62. Úloha č.7 – pneumatika



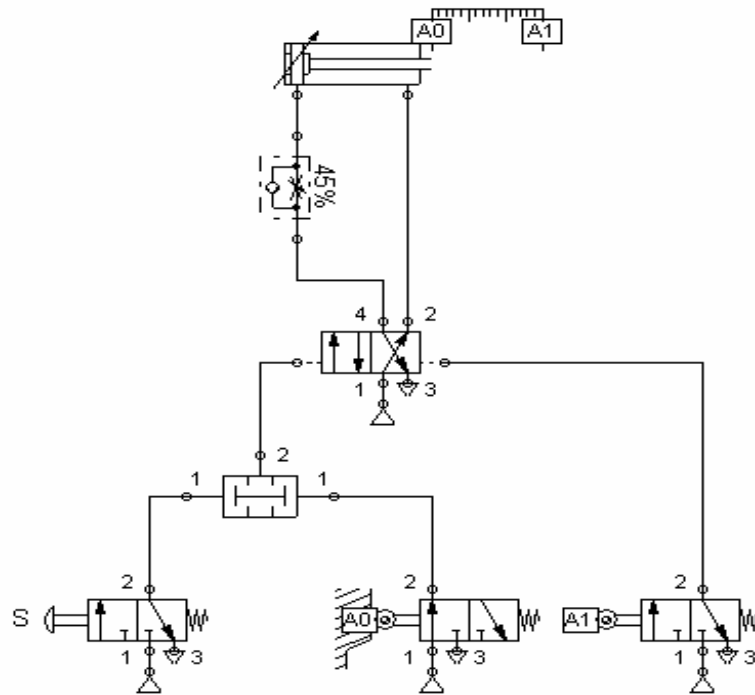
Seznam použitých prvků pro pneumatický obvod úlohy č.7:

- 1) Čtyři tlačítkové spínače (S1,S2,S3,S4)
- 2) Kladka (A1 pro zasunutí pístu pneumotoru)
- 3) Rozvaděč 4/2
- 4) Dvojčinný přímočarý pneumotor
- 5) Tři logické součty (OR)
- 6) Napájení kompresorem

#### **5.1.4 Úloha č. 8 – Nýtování materiálu (řízení dvojčinného pneumotoru z jednoho místa z podmínkou výchozí polohy)**

*Zadání úlohy:* Lis ovládaný dvojčinným pneumotorem má provést operaci jen tehdy je-li stisknuto startovací tlačítko (S) a je-li razník lisu ve výchozí poloze. Návrat pístu je automatický po dosažení koncové polohy a je pomalý.

*Popis pracovní úlohy:* Po stisknutí tlačítka (S) dojde k přestavení rozvaděče 4/2 do průchozí polohy za podmínky, že je píst pneumotoru ve výchozí poloze (A0). Tato výchozí poloha je realizována kladkou (A0), která je v přímém kontaktu z hlavicí pístu pneumotoru a tak je snímána výchozí poloha pístu (A0). Realizace této podmínky je řešena pomocí logického součinu „AND“, který nám umožňuje provést tyhle dvě operace v jednom cyklu. Jestliže je tahle podmínka splněna, tak se může pneumotor vysunout do koncové polohy (A1), která je realizována kladkou (A1). Po dosažení koncové polohy (A1) se kladka (A1) sepne a následuje pomalé zasunutí pístu pneumotoru, které je zapříčiněno škrťícím ventilem, který se nachází před vstupem do pneumotoru.



Obr. 63. Úloha č.8 – pneumatika

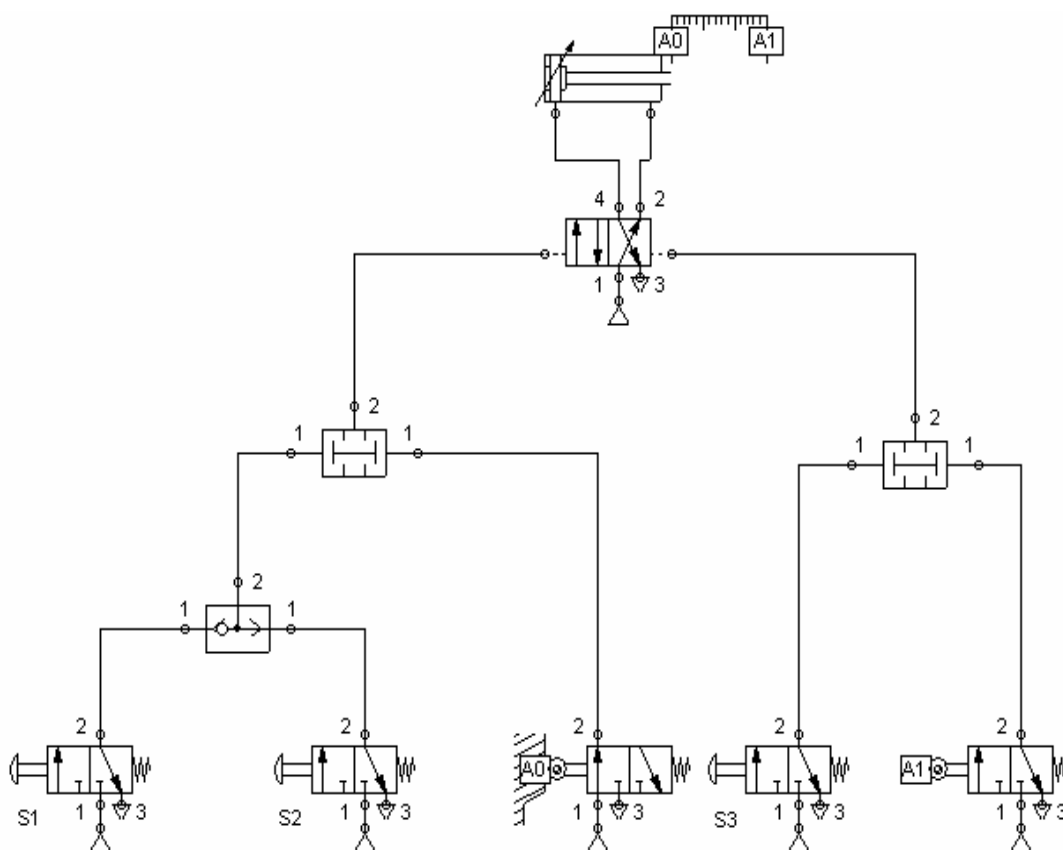
Seznam použitých prvků pro pneumatický obvod úlohy č.8:

- 1) Tlačítkový spínač (S)
- 2) Dvě kladky (A0 určující podmínku vysunutí), (A1 koncová poloha)
- 3) Rozvaděč 4/2
- 4) Dvojčinný přímočarý pneumotor
- 5) Logický součin (AND)
- 6) Škrťící ventil
- 7) Napájení kompresorem

### 5.1.5 Úloha č.9 – Upnutí obrobku (řízení dvojčinného pneumotoru ze tří míst, s podmínkou pro vysunutí a zasunutí pístu pneumotoru)

*Zadání úlohy:* Upnutí je možno provést ze dvou míst a to spínačem (S1), nebo spínačem (S2), uvolnění se provede spínačem (S3). Upnutí lze dále provést jen tehdy je-li upnut obrobek. Uvolnění nelze provést během obrábění.

*Popis pracovní úlohy:* Po stisknutí tlačítka (S1) nebo (S2) dojde k přestavení rozvaděče 4/2 do průchozí polohy za podmínky, že obrobek je upnut. Tato funkce je realizována opět kladkou (A0) a to tak, že pokud je obrobek v upínacím zařízení, tak kladka (A0) je sepnutá a tím je splněna počáteční podmínka vysunutí pístu pneumotoru. Realizace těchto dvou funkcí je opět pomocí logického součinu „AND“. Jestliže je tahle podmínka splněna, tak se může píst pneumotoru vysunout do koncové polohy (A1), která je realizována kladkou (A1). Uvolnění obrobku (návrat pístu do počáteční polohy A0) je provedeno tlačítkem (S3), ale za podmínky číslo dvě a to, že je sepnutá kladka (A1), která zajišťuje, že píst je v koncové poloze (A1). Touto podmínkou je zabezpečeno, že nedojde k samovolnému uvolnění obrobku během obrábění.



Obr. 64. Úloha č.9 - pneumatika

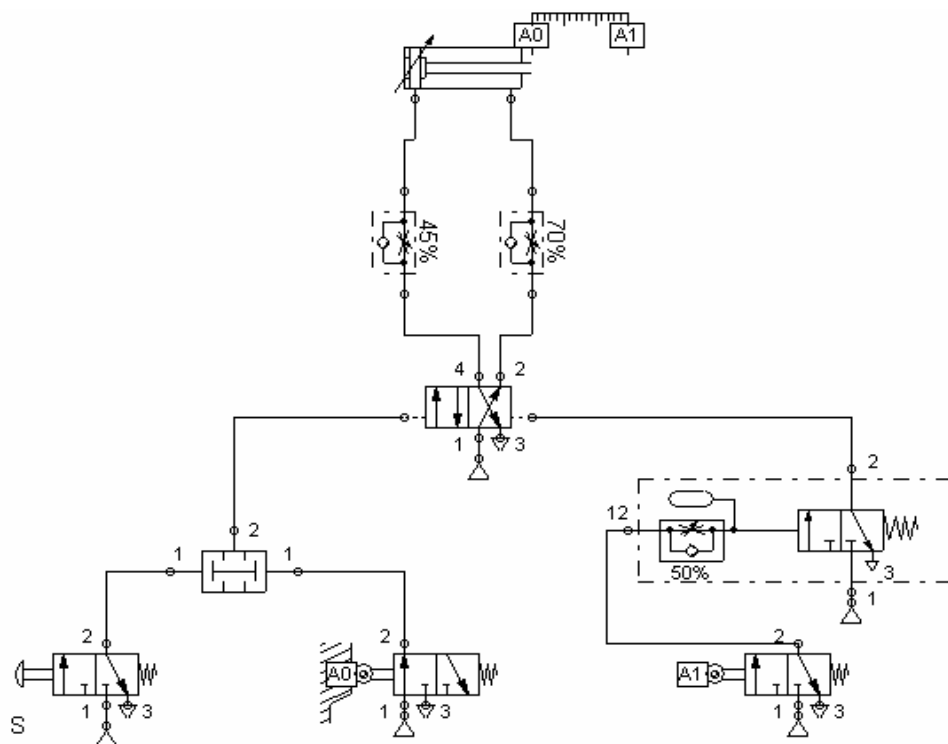
Seznam použitých prvků pro pneumatický obvod úlohy č.9:

- 1) Tři tlačítkové spínače (S1, S2, S3)
- 2) Dvě kladky (A0 určující podmínku vysunutí ), ( A1 podmínka zasunutí )
- 3) Rozvaděč 4/2
- 4) Dvojčinný přímočarý pneumotor
- 5) Dva logické součiny (AND) a logický součet (OR)
- 6) Napájení kompresorem

#### **5.1.6 Úloha č.10 – Přípravek na lepení materiálu (Řízení dvojčinného pneumotoru s výdrží v koncové poloze)**

*Zadání úlohy:* Píst dvojčinného pneumotoru na stisknutí spínače (S) se velmi pomalu vysune a to za podmínky, že je ve výchozí poloze. Po dosažení koncové polohy musí píst určitou dobu stlačovat slepené díly. Potom se automaticky pomalu vrátí do výchozí polohy. Nové spuštění lze provést až po opětovném stisknutí tlačítka (S).

*Popis pracovní úlohy:* Po stisknutí tlačítka (S) dojde k přestavení rozvaděče 4/2 do průchozí polohy za podmínky, že je píst pneumotoru ve výchozí poloze (A0). Realizace těchto dvou funkcí je opět pomocí logického součinu „AND“. Jestliže je tahle podmínka splněna, tak se může pneumotor vysunout do koncové polohy (A1), která je realizována kladkou (A1). Vysunutí pístu je velmi pomalé a je realizováno škrťicím ventilem, který se nachází za výstupem pneumotoru. Po dosažení koncové polohy (A1) musí píst určitou dobu vydržet v této poloze (stlačovat materiál). Po uplynutí tohoto časového intervalu se píst může pomalu vrátit do počáteční polohy (A0). Výdrž v koncové poloze (A1) je realizována zpoždovacím ventilem, jehož výdrž v koncové poloze (A1) je nastavitelná. Pomalé zasunutí pístu je realizováno škrťicím ventilem, který se nachází před vstupem do pneumotoru.



Obr. 65. Úloha č. 10 – pneumatika

Seznam použitých prvků pro pneumatický obvod úlohy č.10:

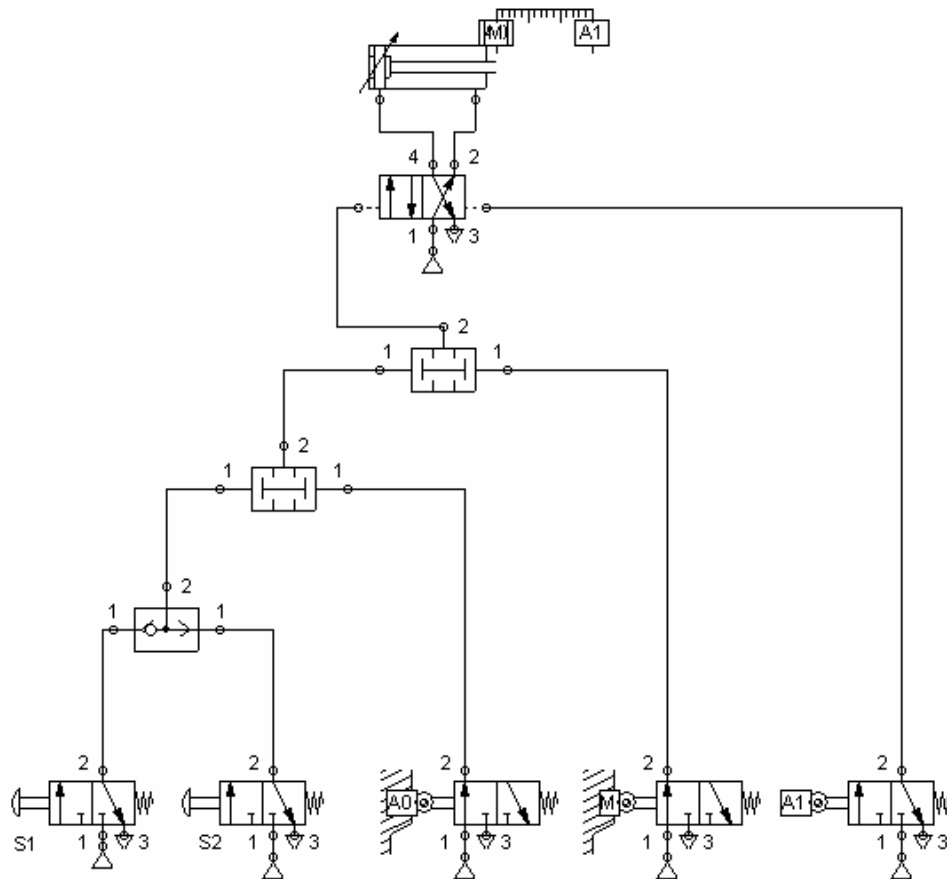
- 1) Tlačítkový spínač (S)
- 2) Dvě kladky (A0 určující podmínku vysunutí), (A1 podmínka zasunutí)
- 3) Rozvaděč 4/2
- 4) Dvojčinný přímočarý pneumotor
- 5) Logický součin (AND)
- 6) Dva škrťací ventily
- 7) Zpožďovací ventil (rozvaděč 3/2, škrťací ventil, vzdušník)
- 8) Napájení kompresorem

### 5.1.7 Úloha č.11 – Podávací zařízení (řízení dvojčinného pneumotoru ze dvou různých míst)

*Zadání úlohy:* Na obráběcí stroj má být připojeno podávací zařízení ovládané dvojčinným pneumotorem na startovací signál za předpokladu, že pneumotor je ve výchozí poloze se

píst vysune do koncové polohy a po podání materiálu se automaticky vrátí. Podmínkou zahájení cyklu je, že materiál je v zásobníku. Spuštění je ručně nebo pedálem.

*Popis pracovní úlohy:* Po stisknutí tlačítka (S1) nebo (S2) dojde k přestavení rozvaděče 4/2 do průchozí polohy za podmínky, že je píst pneumotoru v počáteční poloze (A0) a materiál je v zásobníku (M). Tyto dvě podmínky jsou realizovány pomocí dvou logických součinů „AND“ v přímé vazbě s logickým součtem „OR“, který nám umožňuje stisknutí tlačítka ze dvou míst. Počáteční poloha (A0) a materiál (M) v zásobníku jsou ve schématu znázorněny kladkami (A0) a (M). Jestliže jsou splněny tyto dvě podmínky, tak se píst pneumotoru může vysunout do koncové polohy (A1), kladka (A1) se sepne a píst se může zasunout do počáteční polohy (A0).



Obr. 66. Úloha č. 11 – pneumatika

Seznam použitých prvků pro pneumatický obvod úlohy č.11:

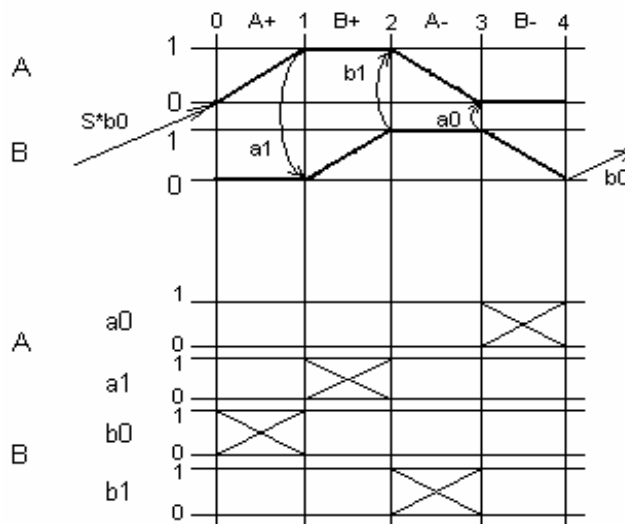
- 1) Dva tlačítkové spínače (S1,S2)
- 2) Tři kladky (A0 podmínka vysunutí), (M materiál v zásobníku), (A1 podmínka zasunutí)
- 3) Dva logické součiny (AND) a logický součet (OR)
- 4) Rozvaděč 4/2
- 5) Dvojčinný přímočarý pneumotor
- 6) Napájení kompresorem

### 5.1.8 Úloha č.12 – Přesouvání balíků (řízení dvou dvojčinných pneumotorů)

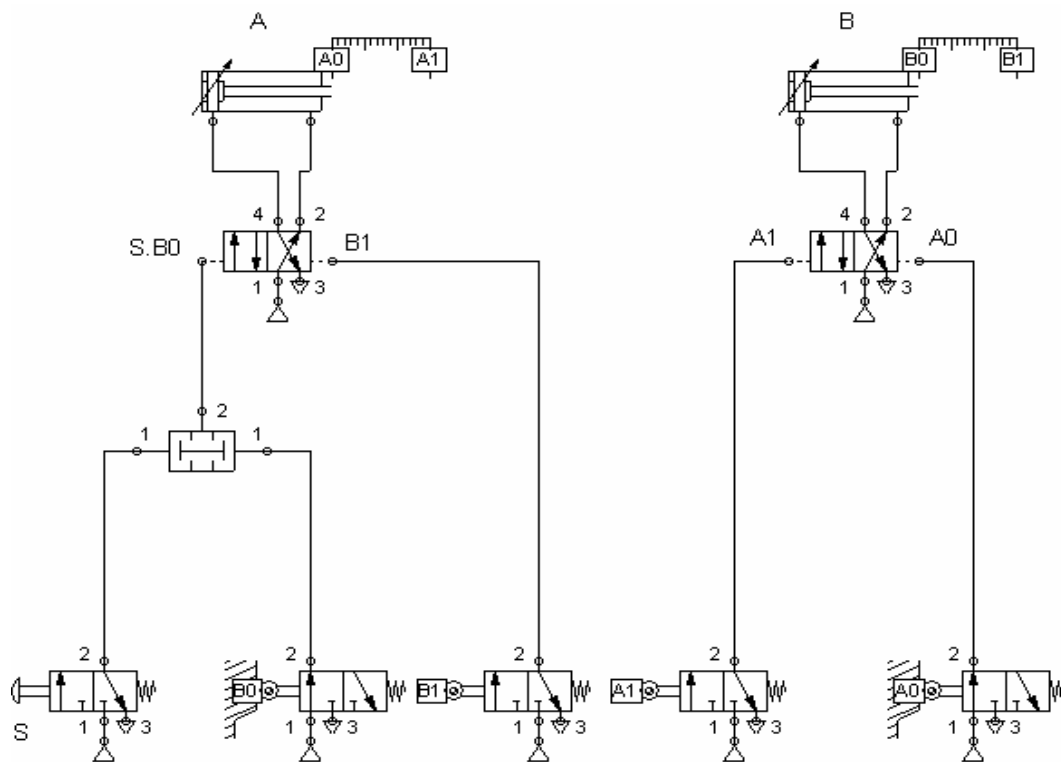
*Zadání úlohy:* Balíky které přichází po válečkovém dopravníku jsou pneumotorem A vyvednuty a pneumotorem B přesunuty na jiný dopravník. Pneumotor B se může vrátit do výchozí polohy, teprve po návratu pneumotoru A do výchozí polohy. Startovací signál je zadán ručním tlačítkem a to pro každý cyklus.

*Popis pracovní úlohy:* Vysunutí pneumotoru (A) je závislé na stisknutí startovacího tlačítka (S) a na dodržení podmínky vysunutí pneumotoru (A). Stisknutí tlačítka (S) a dodržení podmínky (B0) je realizováno logickým součinem „A“. Touto podmínkou je to, že pneumotor (B) musí být v počáteční poloze (B0). Při splnění této podmínky se může rozvaděč 4/2 přestavit do průchozí polohy a pneumotor (A) se může vysunout do koncové polohy (A1). Jakmile pneumotor (A) dosáhne koncové polohy (A1), tak teprve potom se může vysunout pneumotor (B) do koncové polohy (B1). Návrat pneumotoru (A) do počáteční polohy (A0) nastane, když pneumotor (B) dosáhne koncové polohy (B1). Návrat pneumotoru (B) do počáteční polohy (B0) nastane, když pneumotor (A) dosáhne počáteční polohy (A0). Počáteční polohy (A0,B0) a koncové polohy (A1,B1) jsou realizovány kladkami, které se sepnou po kontaktu s pístem pneumotoru a dají tak impuls pro spuštění další operace v cyklu.

*Krokový Diagram a diagram řídicích povelů:* Vysunutí pneumotoru A do koncové polohy (A1) způsobuje signál **S\*b0**. Vysunutí pneumotoru B způsobí signál **a1**. Zasunutí pístu pneumotoru A do počáteční polohy (A0) způsobí signál **b1**. A zasunutí pístu pneumotoru B do počáteční polohy (B0) způsobí signál **a0**.



Obr. 67. Úloha č.12 – krokový diagram



Obr. 68. Úloha č.12 – pneumatika



Seznam použitých prvků pro pneumatický obvod úlohy č.12:

- 1) Tlačítkový spínač (S)
- 2) Logický součin (AND)
- 3) Dva rozvaděče 4/2
- 4) Dva dvojčinné pneumotory
- 5) Čtyři kladky (B0, B1, A0, A1)
- 6) Napájení kompresorem

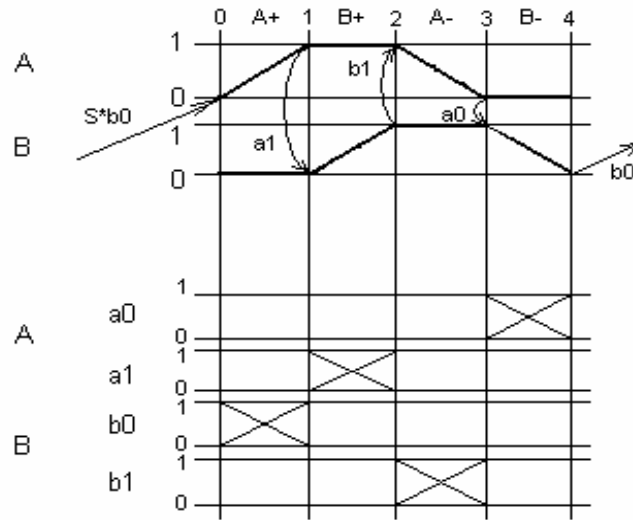
### 5.1.9 Úloha č.13 – Ražení (řízení dvou dvojčinných pneumotorů)

*Zadání úlohy:* Na těleso vyráběného rozvaděče se razí písmena, po vložení tělesa do přípravku se na stisknutí tlačítka (S) pneumotor A vysune a vyrazí písmena. Po té se vrátí zpět a následně pneumotor B vysune rozvaděč z přípravku a vrátí se zpět.

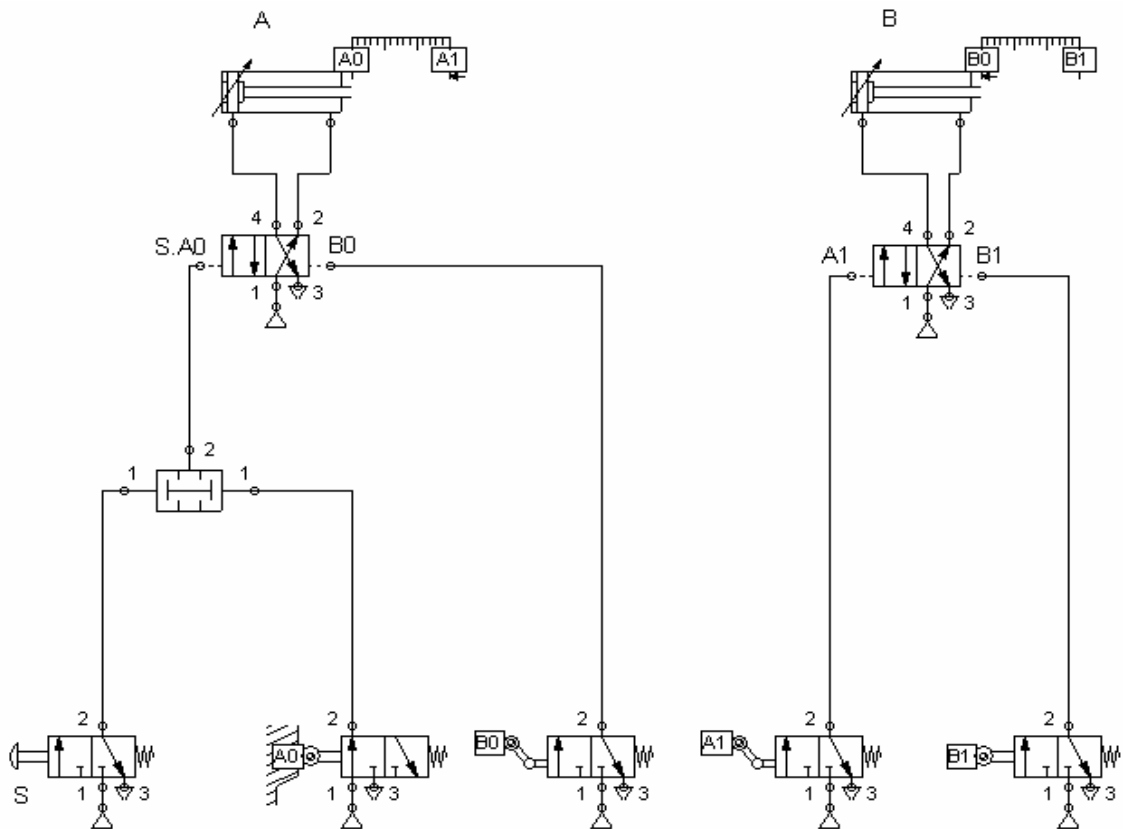
Poznámka – Dochází zde k překrývání signálů, proto musíme použít sklopné kladky.

*Popis pracovní úlohy:* Vysunutí pneumotoru (A) je závislé na stisknutí startovacího tlačítka (S) a na dodržení podmínky pro vysunutí pneumotoru (A). Stisknutí tlačítka (S) a dodržení podmínky (B0) je realizováno logickým součinem „A“. Podmínkou vysunutí je, že pneumotor (B) musí být v počáteční poloze (B0). Tato poloha je realizována kladkou (B0). Po splnění této podmínky se pneumotor (A) vysune do koncové polohy (A1), přičemž sepne kladku (A1) a vrátí se zpět do počáteční polohy (A0). Jakmile se sepne sklopná kladka (A0), tak se vysune pneumotor (B) do koncové polohy (B1), přičemž sepne kladku (B1) a vrátí se zpět do počáteční polohy (B0).

*Krokový Diagram a diagram řídicích povelů:* Vysunutí pneumotoru A do koncové polohy (A1) způsobí signál **S\*b0**. Zasunutí pístu pneumotoru A do počáteční polohy (A0) způsobí signál **a1**. Vysunutí pneumotoru B způsobí signál **a0** („Kladka A0 je sklopná kladka proto že dochází k překrývání signálu, což je znázorněno v diagramu řídicích povelů. Označení tohoto signálu je S.K.“). A zasunutí pístu pneumotoru B do počáteční polohy (B0) způsobí signál **b1**.



Obr. 69. Úloha č.13 – krokový diagram



Obr. 70. Úloha č.13 – pneumatika

Seznam použitých prvků pro pneumatický obvod úlohy č.13:

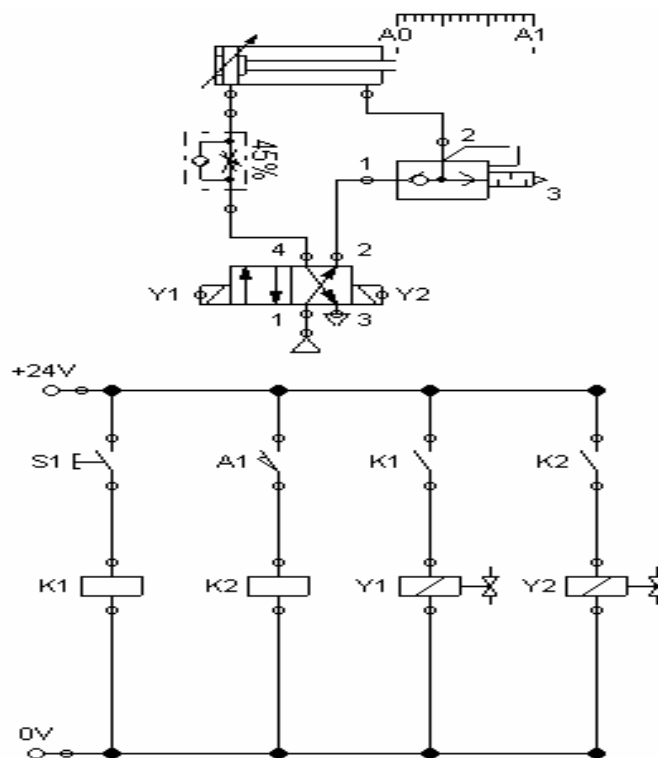
- 1) Tlačítkový spínač (S)
- 2) Logický součin (AND)
- 3) Dva rozvaděče 4/2
- 4) Dva dvojčinné pneumotory
- 5) Sklopná kladka (A0 vysunutí pneumotoru B)
- 6) Tři kladky (A1 zasunutí pneumotoru A), (B0 vysunutí pneumotoru A),  
(B1 zasunutí pneumotoru B)
- 7) Napájení kompresorem

## 5.2 Elektro-pneumatická část

### 5.2.1 Úloha č.5 – Řízení dvojčinného pneumotoru

*Zadání úlohy:* Píst dvojčinného pneumotoru po stisknutí startovacího tlačítka (S) se velmi rychle vysune do koncové polohy a pomalu se vrací do počáteční polohy.

*Popis pracovní úlohy:* Stisknutím tlačítka (S) se signál dostane k relé (K1), které sepne kontakt (K1) a signál tak pokračuje do cívky (Y1), která přestaví rozvaděč 4/2 do průchozí polohy a pneumotor se vysune do koncové polohy (A1). Tato poloha koncová (A1) je realizována stejně jako u pneumatických úloh kladkou (A1). Po sepnutí kladky (A1) se sepne kontakt (A1) a signál se dostane k relé (K2), které sepne kontakt (K2) a signál pokračuje do cívky (Y2), která přestaví rozvaděč do původní polohy a pneumotor se pomalu vrátí do počáteční polohy. Vysunutí pístu je velmi rychlé, protože na výstupu z pneumotoru je rychle odvzdušňovací ventil, který rychlé vysunutí zajistí. Pomalý zpětný pohyb pístu zajišťuje zpoždovací ventil, který je umístěn na vstupu pneumotoru. Rychlost vysunutí se dá nastavit v procentech.



Obr. 71. Úloha č.5 – elektro-pneumatika

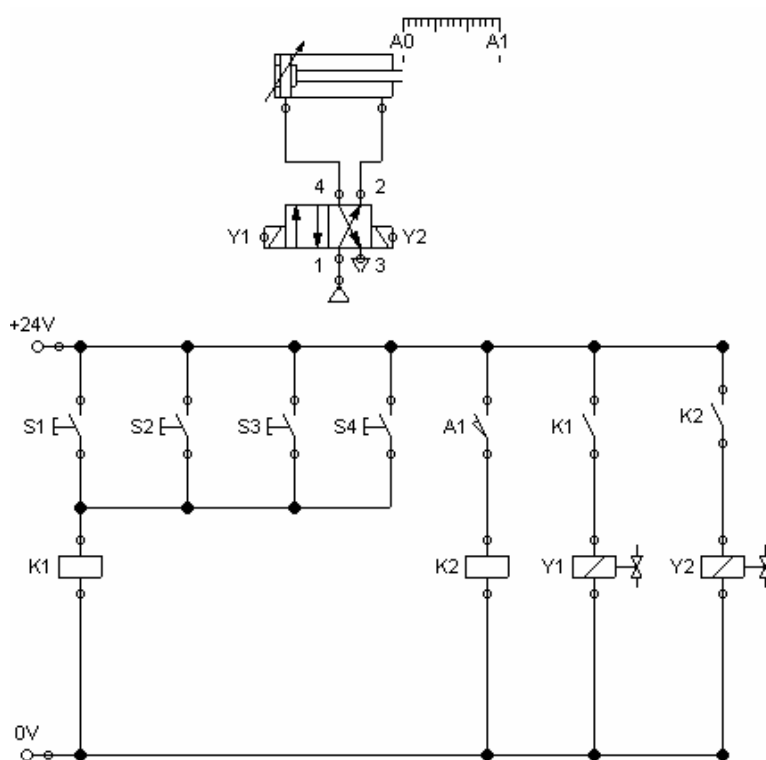
Seznam použitých prvků pro elektro-pneumatický obvod úlohy č.5:

- 1) Čtyři spínací kontakty (S1,A1,K1,K2)
- 2) Dvě relé (K1,K2)
- 3) Dvě cívky (Y1,Y2)
- 4) Dvojčinný pneumotor
- 5) Kladka (A1)
- 6) Rozvaděč 4/2
- 7) Škrtící ventil
- 8) Rychle od vzdušňovací ventil
- 9) Napájení (+ 24V, - 0V)
- 10) Napájení kompresorem

### 5.2.2 Úloha č.6 - Řízení dvojčinného pneumotoru ze čtyř míst

*Zadání úlohy:* Píst dvojčinného pneumotoru po stisknutí startovacího tlačítka (S1) nebo (S2) nebo (S3) nebo (S4) se vysune do koncové polohy a automaticky se vrátí do počáteční polohy.

*Popis pracovní úlohy:* Stisknutím tlačítka (S1) nebo (S2) nebo (S3) nebo (S4) se signál dostane k relé (K1), které sepne kontakt (K1) a signál pokračuje do cívky (Y1), která přestaví rozvaděč 4/2 do průchozí polohy a pneumotor se vysune do koncové polohy (A1). Po sepnutí kladky (A1) se sepne kontakt (A1) a signál se dostane k relé (K2), které sepne kontakt (K2) a signál pokračuje do cívky (Y2), která přestaví rozvaděč do původní polohy a pneumotor se vrátí do počáteční polohy.



Obr. 72. Úloha č.6 – elektro-pneumatika

Seznam použitých prvků pro elektro-pneumatický obvod úlohy č.6:

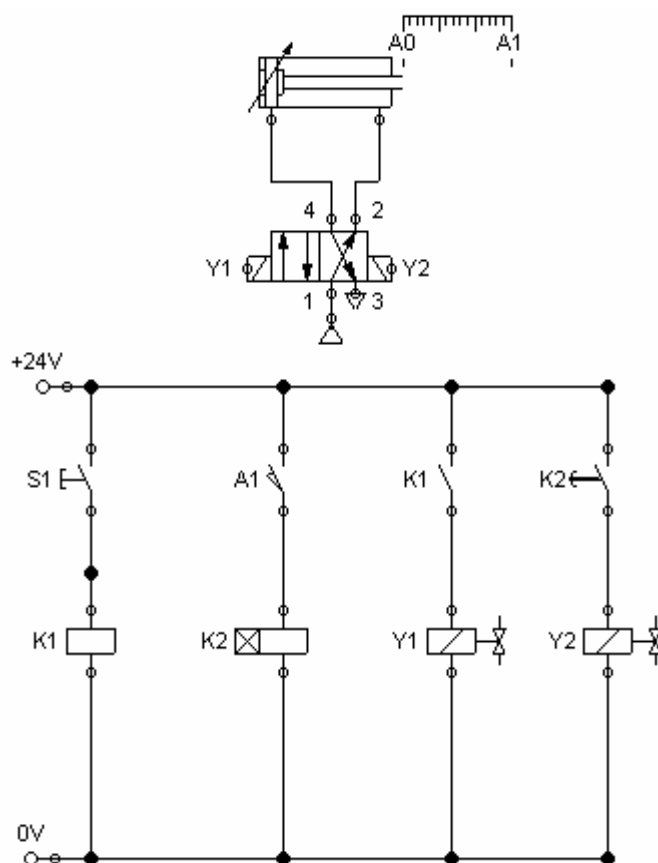
- 1) Sedm spínacích kontaktů (S1,S2,S3,S4,A1,K1,K2)
- 2) Dvě relé (K1,K2)
- 3) Dvě cívky (Y1,Y2)

- 4) Dvojčinný pneumotor
- 5) Kladka (A1)
- 6) Rozvaděč 4/2
- 7) Napájení (+ 24V, - 0V)
- 8) Napájení kompresorem

### 5.2.3 Úloha č.7 - Řízení dvojčinného pneumotoru s časovým zpožděním při zapnutí

*Zadání úlohy:* Řízení dvojčinného pneumotoru s předepsaným časovým průběhem (zpoždění při zapnutí). Píst dvojčinného pneumotoru se na stisknutí tlačítka (S1) vysune do koncové polohy, která je signalizována koncovým spínačem. V této poloze má píst setrvat určitou dobu a pak se samočinně vrátit do počáteční polohy.

*Popis pracovní úlohy:* Stisknutím tlačítka (S) se signál dostane k relé (K1), které sepne kontakt (K1) a signál pokračuje do cívky (Y1), která přestaví rozvaděč 4/2 do průchozí polohy a pneumotor se vysune do koncové polohy (A1). Po sepnutí kladky (A1) se sepne kontakt (A1) a signál se dostane k časovému relé (K2 – zpoždění při zapnutí). V tomto okamžiku se signál na určitý časový interval zastaví a píst pneumotoru zůstane po tuto dobu v koncové poloze (A1). Jakmile tato doba uplyne, tak časové relé (K2) sepne kontakt (K2) a signál pokračuje do cívky (Y2), která přestaví rozvaděč do původní polohy a pneumotor se vysune do počáteční polohy.



Obr. 73. Úloha č.7 – elektro-pneumatika

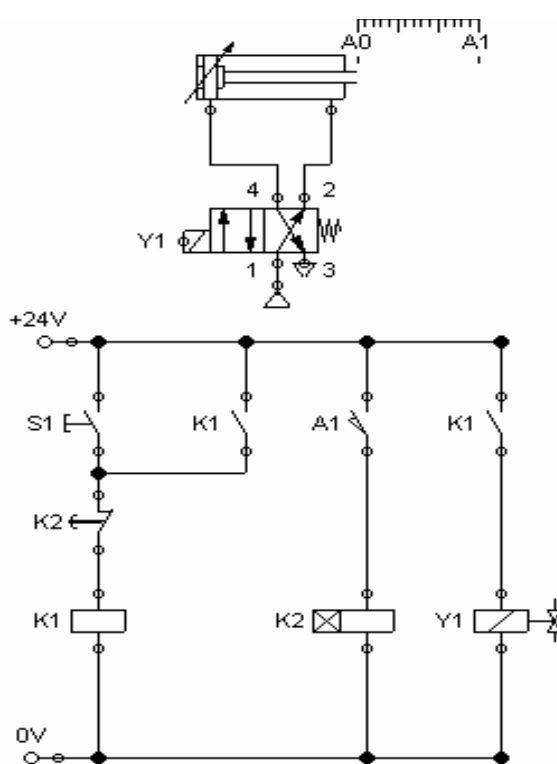
Seznam použitých prvků pro elektro-pneumatický obvod úlohy č.7:

- 1) Čtyři spínací kontakty (S1,A1,K1,K2)
- 2) Dvě relé (K1,K2 - relé se zpožděním při zapnutí)
- 3) Dvě cívky (Y1,Y2)
- 4) Dvojčinný pneumotor
- 5) Kladka (A1)
- 6) Rozvaděč 4/2 (oboustranný)
- 7) Napájení (+ 24V, - 0V)
- 8) Napájení kompresorem

#### 5.2.4 Úloha č.8 - Řízení dvojčinného pneumotoru s časovým zpožděním při zapnutí.

Zadání úlohy: viz úloha č.7, akorát v této úloze je použito samodržné zapojení.

*Popis pracovní úlohy:* Stisknutím tlačítka (S) se signál dostane přes rozpínací kontakt (K2) k relé (K1), které sepne kontakt (K1) a signál pokračuje do cívky (Y1), která přestaví rozvaděč 4/2 (s pružinou) do průchozí polohy a pneumotor se vysune do koncové polohy (A1). Po sepnutí kladky (A1) se sepne kontakt (A1) a signál se dostane k časovému relé (K2 – zpoždění při zapnutí). V tomto okamžiku se signál na určitý časový interval zastaví a píst pneumotoru zůstane po tuto dobu v koncové poloze (A1). Jakmile tento časový interval uplyne, tak časové relé (K2) rozezne rozpínací kontakt (K2). Dojde k přerušení signálu a píst pneumotoru se pomocí pružiny vrátí zpět do počáteční polohy. V této úloze je použit rozvaděč 4/2 s pružinou, který je jednostranně ovládaný cívkou (Y1).



Obr. 74. Úloha č.8 – elektro-pneumatika

Seznam použitých prvků pro elektro-pneumatický obvod úlohy č.8:

- 1) Čtyři spínací kontakty (S1,A1,K1,K1)
- 2) Rozpínací kontakt (K2)
- 3) Dvě relé ( K1,K2 - relé se zpožděním při zapnutí )
- 4) Cívka (Y1)
- 5) Dvojčinný pneumotor(s pružinou)
- 6) Kladka (A1)

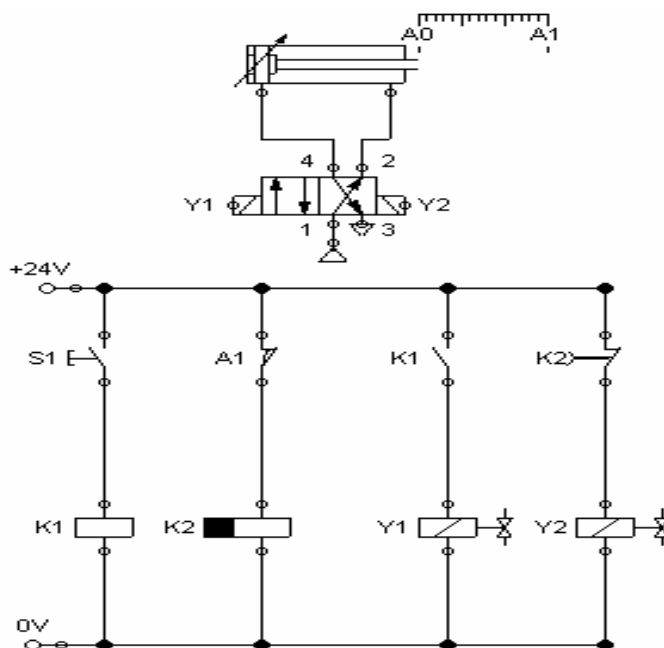


- 7) Rozvaděč 4/2 ( monostabilní rozvaděč )
- 8) Napájení (+ 24V, - 0V)
- 9) Napájení kompresorem

### 5.2.5 Úloha č.9 – Řízení dvojčinného pneumotoru s časovým zpožděním při vypnutí

*Zadání úlohy:* Řízení dvojčinného pneumotoru s předepsaným časovým průběhem (zpoždění při vypnutí). Po stisknutí tlačítka (S1) se píst dvojčinného pneumotoru začne přesouvat do koncové polohy, která je signalizována koncovým spínačem. V této poloze má píst zůstat určitou dobu a pak se samočinně vrátit do počáteční polohy.

*Popis pracovní úlohy:* Stisknutím tlačítka (S) se signál dostane k relé (K1), které sepne kontakt (K1) a signál pokračuje do cívky (Y1), která přestaví rozvaděč 4/2 do průchozí polohy a pneumotor se vysune do koncové polohy (A1). Koncová poloha (A1) je realizována rozpínacím kontaktem (K2), přes který projde signál k časovému relé (K2 – zpoždění při vypnutí). V tomto okamžiku se signál na určitý časový interval zastaví a píst pneumotoru zůstane po tuto dobu v koncové poloze (A1). Jakmile tento časový interval uplyne, tak signál z časového relé (K2) projde přes rozpínací kontakt (K2) do cívky (Y2), která přestaví rozvaděč do počáteční polohy a pneumotor se vrátí do počáteční polohy.



Obr. 75. Úloha č.9 – elektro-pneumatika

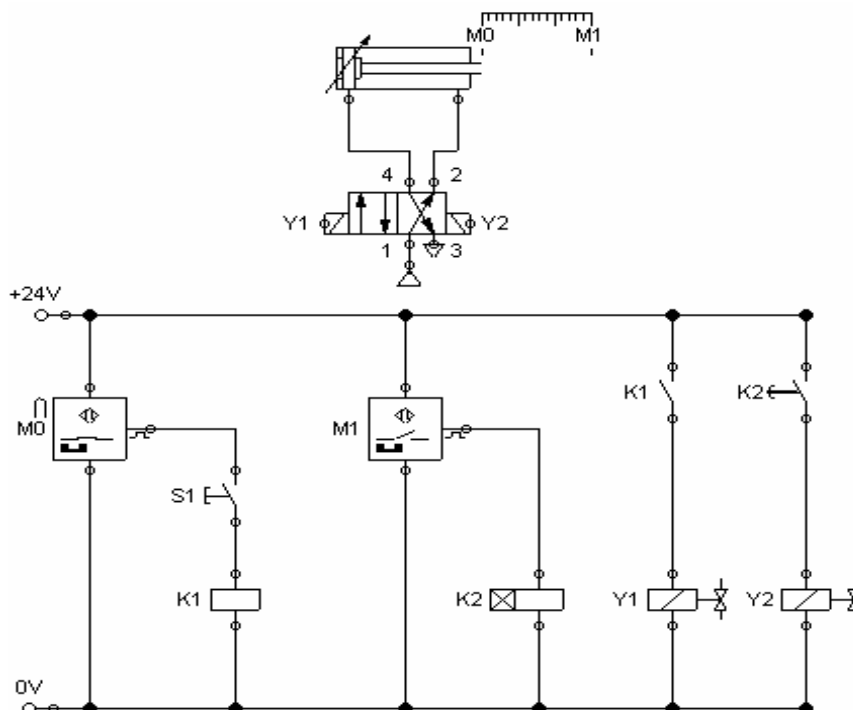
Seznam použitých prvků pro elektro-pneumatický obvod úlohy č.9:

- 1) Dva spínací kontakty (S1,K1)
- 2) Dva rozpínací kontakty (A1,K2)
- 3) Dvě relé (K1,K2 - relé se zpožděním při vypnutí)
- 4) Dvě cívky (Y1,Y2)
- 5) Dvojčinný pneumotor
- 6) Kladka (A1)
- 7) Rozvaděč 4/2 (oboustranný)
- 8) Napájení (+ 24V, - 0V)
- 9) Napájení kompresorem

#### 5.2.6 Úloha č.10 – Přípravek na lepení

*Zadání úlohy:* Na stisknutí startovacího (S1) tlačítka se vysune píst dvojčinného pneumotoru. Po dosažení koncové polohy v ní píst pneumotoru setrvá určitou dobu a lepý lepené díly. Následuje samočinné vracení do počáteční polohy. Kladky (A0) a (A1) jsou zde nahrazeny elektromagnetickými snímači (M0) a (M1).

*Popis pracovní úlohy:* Stisknutím tlačítka (S1) se signál dostane k relé (K1), které sepne kontakt (K1) a signál pokračuje do cívky (Y1), která přestaví rozvaděč 4/2 do průchozí polohy a pneumotor se vysune do koncové polohy (M1). Podmínkou spuštění cyklu je, že píst pneumotoru je v počáteční poloze (M0). Koncová poloha (M1) je realizována elektromagnetickým snímačem (M1). Jakmile signál dojde do elektromagnetického snímače (M1), dojde k sepnutí tohoto snímače a signál se dostane k časovému relé ( K2 – zpoždění při zapnutí ). V tomto relé (K2) se signál na určitý časový interval zastaví, čili píst pneumotoru zůstane po tuto dobu v koncové poloze (M1). Po uplynutí tohoto časového intervalu signál sepne kontakt (K2) a signál pokračuje do cívky (Y2), která přestaví rozvaděč do počáteční polohy a pneumotor se vrátí do počáteční polohy (M0).



Obr. 76. Úloha č.10 – elektro-pneumatika

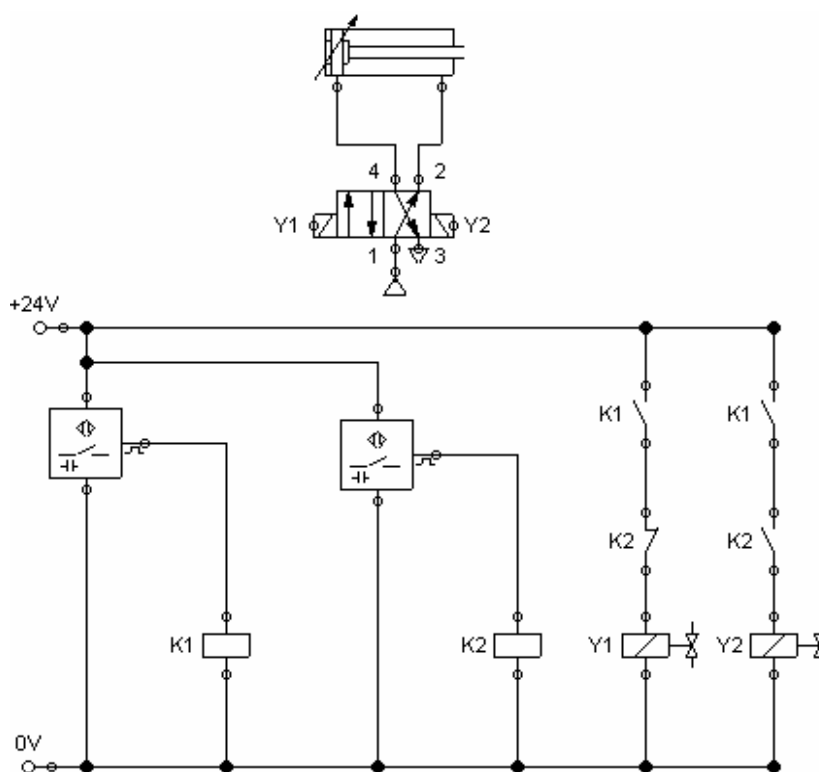
Seznam použitých prvků pro elektro-pneumatický obvod úlohy č.10:

- 1) Tři spínací kontakty (S1,K1,K2)
- 2) Dvě relé (K1,K2 - relé se zpožděním při zapnutí)
- 3) Dva elektromagnetické snímače(M0,M1)
- 4) Dvě cívky (Y1,Y2)
- 5) Dvojčinný pneumotor
- 6) Rozvaděč 4/2 (oboustranný)
- 7) Napájení (+ 24V, - 0V)
- 8) Napájení kompresorem

### 5.2.7 Úloha č.11 – Ovládání vyhybky

*Zadání úlohy:* Pomocí vyhybky, která je ovládaná pneumaticky dvojčinným pneumotorem. V této úloze se mají třídit součástky na kovy a nekovy. K rozlišení materiálu použijeme kapacitní snímače. (Pro kov dojde k vysunutí pneumotoru).

*Popis pracovní úlohy:* Po pásu jede součástka kovová nebo nekovová. To zda je součástka kovová nebo nekovová snímá kapacitní snímač. Pokud je na pásu kovová součástka, tak signál se dostane přes kapacitní snímač k relé (K1), které sepne kontakty (K1) a signál se dostane přes rozpínací kontakt (K2) k cívce (Y1), která přestaví rozvaděč 4/2 do průchozí polohy a pneumotor se vysune do koncové polohy a přesune vyhybku do polohy pro průjezd kovové součástky. Pokud je na pásu nekovová součástka, tak signál se dostane přes kapacitní snímač k relé (K2), které sepne spínací kontakt (K2) a rozeptne rozpínací kontakt (K2). Kontakt (K1) je neustále sepnutý, takže signál přes tento signál projde k cívce (Y2) a píst pneumotoru se vrátí do počáteční polohy a přesune vyhybku pro průjezd nekovové součástky.



Obr. 77. Úloha č.11 – elektro-pneumatika

Seznam použitých prvků pro elektro-pneumatický obvod úlohy č.9:

- 1) Tři spínací kontakty (2\*K1,K2)
- 2) Rozpínací kontakt (K2)
- 3) Dvě relé (K1,K2)
- 4) Dva kapacitní snímače

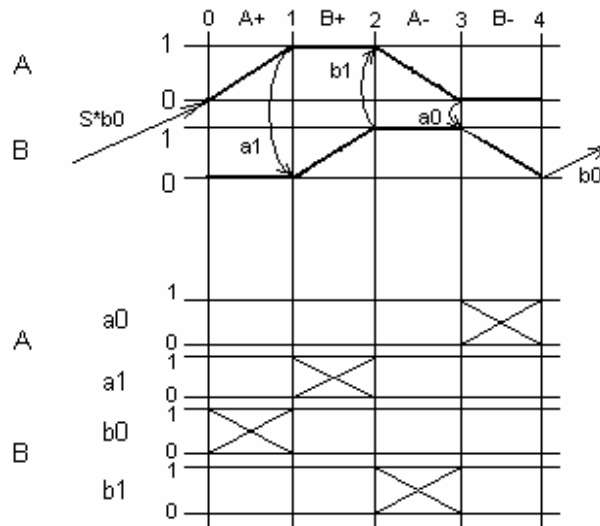
- 5) Dvě cívky (Y1,Y2)
- 6) Dvojčinný pneumotor
- 7) Rozvaděč 4/2 (oboustranný)
- 8) Napájení (+ 24V, - 0V)
- 9) Napájení kompresorem

### 5.2.8 Úloha č.12 – přesouvání balíků

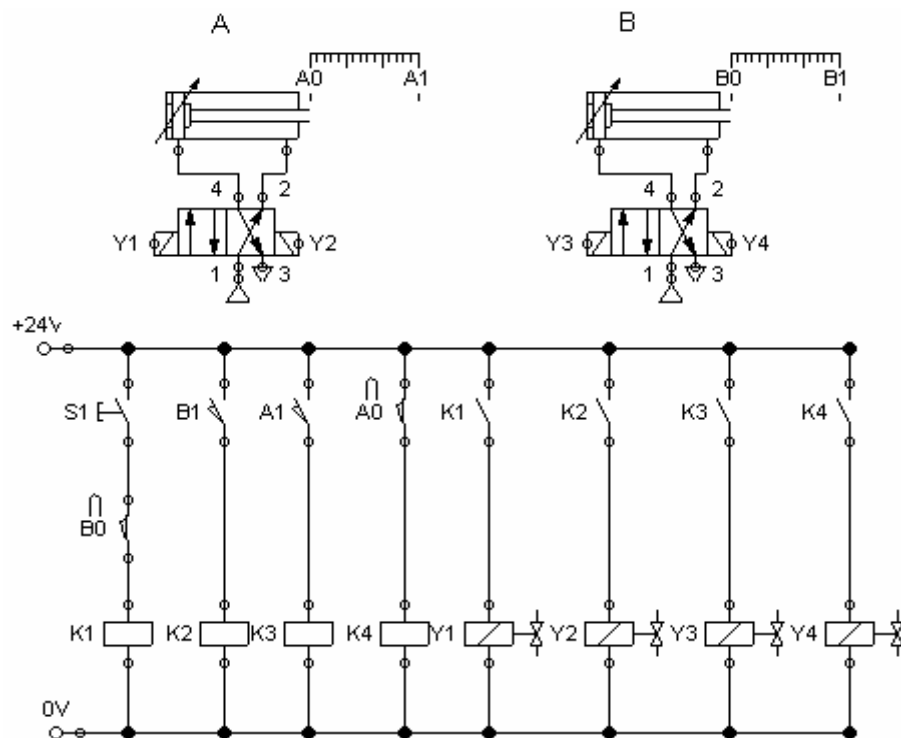
*Zadání úlohy:* Balíky jsou pneumotorem A po stisknutí tlačítka (S1) vyzvednuty, tím pneumotor A se vysunul do koncové polohy (A1). Vysunutí pneumotoru A zapříčinil signál (S1\*B0). Signál (A1) zapříčiní vysunutí pneumotoru B, který posouvá balíky na pásový dopravník. Zasunutí pneumotoru A zapříčiní signál (B1). Zasunutí pneumotoru B zapříčiní signál (A0).

*Popis pracovní úlohy:* Pneumotor A se vysune do koncové polohy (A1) na stisknutí startovacího tlačítka (S1) a za podmínky, že pneumotor B je v počáteční poloze (B0). Po splnění těchto dvou operací se signál dostane k relé (K1), které sepne kontakt (K1) a signál pokračuje do cívky (Y1), která přestaví rozvaděč 4/2 do průchozí polohy a pneumotor se vysune do koncové polohy (A1). Po dosažení koncové polohy (A1) se sepne kontakt (A1), a signál se dostane k relé (K3), které sepne kontakt (K3) a signál pokračuje do cívky (Y3), která přestaví rozvaděč 4/2 (pro pneumotor B) do průchozí polohy a pneumotor B se vysune do koncové polohy (B1). Po dosažení koncové polohy (B1) se sepne kontakt (B1), a signál se dostane k relé (K2), které sepne kontakt (K2) a signál pokračuje do cívky (Y2), která přestaví rozvaděč 4/2 (pro pneumotor A) do počáteční polohy a pneumotor A se vrátí do počáteční polohy (A0). Po dosažení počáteční polohy (A0) se sepne kontakt (A0) a signál se dostane k relé (K4), které sepne kontakt (K4) a signál pokračuje do cívky (Y4), která přestaví rozvaděč 4/2 (pro pneumotor B) do počáteční polohy a pneumotor B se vrátí do počáteční polohy (B0).

*Krokový Diagram a diagram řídicích povelů:* Vysunutí pneumotoru A do koncové polohy (A1) způsobuje signálem  $S \cdot b0$ . Vysunutí pneumotoru B způsobí signál  $a1$ . Zasunutí pístu pneumotoru A do počáteční polohy (A0) způsobí signál  $b1$ . A zasunutí pístu pneumotoru B do počáteční polohy (B0) způsobí signál  $a0$ .



Obr. 78. Úloha č.12 – krokový diagram



Obr. 79. Úloha č. 12 – elektro-pneumatika

Seznam použitých prvků pro elektro-pneumatický obvod úlohy č.12:

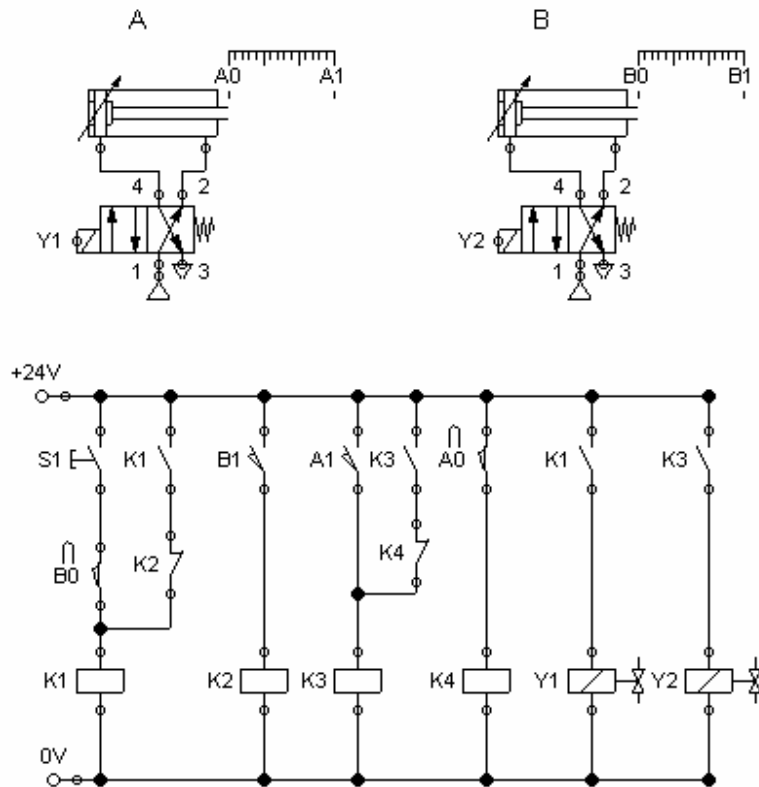
- 1) Devět spínacích kontaktů (S1,A0,A1,B0,B1,K1,K2,K3,K4)
- 2) Čtyři relé (K1,K2,K3,K4)
- 3) Čtyři cívky (Y1,Y2,Y3,Y4)
- 4) Dva dvojčinné pneumotory (A,B)
- 5) Čtyři kladky (A0, A1, B0, B1)
- 6) Dva Rozvaděče 4/2 (oboustranný)
- 7) Napájení (+ 24V, - 0V)
- 8) Napájení kompresorem

### 5.2.9 Úloha č.13 - Přesouvání balíků (pomocí monostabilního rozvaděče 4/2)

*Zadání úlohy:* viz úloha č.12 (přesouvání balíků)

*Popis pracovní úlohy:* Pneumotor A se vysune do koncové polohy (A1) na stisk startovacího tlačítka (S1) a za podmínky, že pneumotor B je v počáteční poloze (B0). Po splnění těchto dvou operací se signál dostane k relé (K1), které sepne kontakt (K1) a signál pokračuje do cívky (Y1), která přestaví rozvaděč 4/2 (pro pneumotor A) do průchozí polohy a pneumotor A se vysune do koncové polohy (A1). Po dosažení koncové polohy (A1) se sepne kontakt (A1), a signál se dostane k relé (K3), které sepne kontakt (K3) a signál pokračuje do cívky (Y2), která přestaví rozvaděč 4/2 (pro pneumotor B) do průchozí polohy a pneumotor B se vysune do koncové polohy (B1). Po dosažení koncové polohy (B1) se sepne kontakt (B1), a signál se dostane k relé (K2), které rozeprne rozpínací kontakt (K2), tím se přeruší signál a rozvaděč 4/2 (pro pneumotor A) se pružinou přestaví do počáteční polohy a způsobí zasunutí pneumotoru A do počáteční polohy (A0). Po dosažení počáteční polohy (A0) se sepne kontakt (A0) a signál se dostane k relé (K4), které rozeprne rozpínací kontakt (K4), tím se přeruší signál a rozvaděč 4/2 (pro pneumotor B) se pružinou přestaví do počáteční polohy a způsobí zasunutí pneumotoru B do počáteční polohy (B0).

*Krokový Diagram a diagram řídicích povelů:* viz úloha č.12 (přesouvání balíků)



Obr. 80. Úloha č.13 – elektro-pneumatika

Seznam použitých prvků pro elektro-pneumatický obvod úlohy č.13:

- 1) Devět spínacích kontaktů (S1,A0,A1,B0,B1,2\*K1,2\*K3)
- 2) Dva rozpínací kontakty (K2,K4)
- 3) Čtyři relé (K1,K2,K3,K4)
- 4) Dvě cívky (Y1,Y2,)
- 5) Dva dvojčinné pneumotory (A,B)
- 6) Čtyři kladky (A0,A1,B0,B1)
- 7) Dva Rozvaděče 4/2 (monostabilní)
- 8) Napájení (+ 24V, - 0V)
- 8) Napájení kompresorem



## ZÁVĚR

V bakalářské práci jsem měl za úkol zpracovat literární rešerši z pneumatického a elektro-pneumatického řízení a navrhnout úlohy, které je možno demonstrovat na pracovišti UAŘT, popřípadě rozšířit možnosti pracoviště UAŘT o potřebné součástky k realizaci navrhnutých úloh.

V oblasti pneumatického řízení bylo rozšířeno základní vybavení UAŘT o tři logické součty („OR“), o tři logické součiny („AND“) a o mechanický zpožďovací ventil, tak aby mohly být navrhnuté úlohy realizovány.

V oblasti elektro-pneumatického řízení nebylo možné základní vybavení UAŘT rozšířit o potřebné prvky k realizaci navrhnutých úloh pro jejich nedostupnost na trhu. Proto jsem se musel pokusit, najít nějaký jiný způsob, jak realizovat navrhnuté úlohy a prokázat tak jejich funkčnost. Po konzultaci s vedoucím bakalářské práce jsem provedl realizaci elektro-pneumatických schémat v programu „FluidSim“ od firmy Festo.

Program „FluidSim“ má výhodu v tom, že je přesně viditelné, jakou funkci plní jednotlivé prvky v daném okamžiku pneumatického, popřípadě elektro-pneumatického obvodu. Je možné například sledovat, jak médium (vzduch) ovládá jednotlivé prvky obvodu, a tak si je možné představit, jak se tyto prvky v daném obvodu chovají.

Během činnosti na bakalářské práci jsem získal znalosti z pneumatického a elektro-pneumatického řízení. Seznámil jsem se z možností aplikace těchto dvou řízení v praxi a podle toho jsem se také snažil dané úlohy navrhnout. Cenou zkušeností je také to, že jsem se naučil pracovat v programu „FluidSim“ a mohl, tak navrhnuté úlohy od simulovat, popřípadě realizovat v tomto programovém prostředí.

Bakalářská práce se skládá z teoretické části a praktické části.

Teoretická část se skládá z pneumatické a elektro-pneumatické části. V obou těchto částech jsou popsány základní prvky pro tyto dva typy řízení. Pneumatické části jsou to například pneumatory a ventily. V elektro-pneumatické části to jsou například snímače a rozvaděče (měniče).

V praktické části jsem se seznámil s vybavením na pracovišti UAŘT, pro možnost demonstrace jednotlivých úloh. V další části jsem navrhl sadu čtyř základních úloh různé složitosti pro demonstraci pneumatických a elektro-pneumatických prvků. Součástí těchto čtyř úloh jsou i podrobné návody a seznam použitých prvků v těchto úlohách.

V poslední části jsem navrhl další úlohy k procvičení, které samozřejmě obsahují podrobné návody a seznam použitých prvků.

Myslím si, že bakalářská práce se dá použít jako podklad pro získání základních znalostí v oblasti pneumatických a elektro-pneumatických řízení.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Balátě,J.:Vybrané statě z automatického řízení.ISBN 80-214-0793-X,VUT v Brně, Brno,1996
- [2]Balátě,J.:Teorie automatického řízení 3.ES VUT Brno,1996
- [3]Kubátová,H.:Logické systémy.FS,ČVUT Praha,1999
- [4]Landkammer,J.:Pneumatická stavebnice SMC.Závěrečná práce Laboratoře oboru,FT UTB,1997
- [5]Základní kurs pneumatiky. Interní materiál. Pneumatika,Brno,1994
- [6]Firemní dokumentace Festo. Internetové stránky firmy Festo. <http://www.festo.cz>
- [7]SMC-Training. Stlačený vzduch a jeho využití. Firemní dokumentace SMC.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

at	Technická atmosféra.
atm	Fyzikální atmosféra.
V	Objem vzdušníku.
Z	Počet sepnutí.
Q	Množství odebíraného vzduchu.
$P_{\max, \min}$	Tlak který je v síti.
OR	Logický součet.
AND	Logický součin.
IN P1	Vstup číslo 1.
IN P2	Vstup číslo 2.
IN P	Vstup.
OUT A	Výstup A.
A	Pneumotor A.
B	Pneumotor B.
A+	Vysunutí pneumotoru A.
B+	Vysunutí pneumotoru B.
A-	Zasunutí pneumotoru A.
B-	Zasunutí pneumotoru B.
Te	Doba trvání vstupního signálu.
Tv	Nastavení zpoždění.
A0	Počáteční poloha pneumotoru A.
A1	Koncová poloha pneumotoru A.
B0	Počáteční poloha pneumotoru B.
B1	Koncová poloha pneumotoru B.

Y1-Y4	Cívka 1-4.
K1-K4	Kontakty relé 1-4.
M,M0,M1	Snímač materiálu.
a1,a0,b1,b0	Signály ovládající pneumotor.
S1-S4	Tlačítka 1-4.
FluidSim	Program od firmy Festo.

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. 1. Pneumatická značka čističe vzduchu.....	15
Obr. 2. Pneumatická značka vypouštěcího ventilu.....	15
Obr. 3. Jednotka pro úpravu vzduchu .....	16
Obr. 4. Pneumatická značka jednotky pro úpravu vzduchu .....	16
Obr. 5. Pneumatická značka kompresoru .....	16
Obr. 6. Pneumatická značka chlazení kompresoru.....	17
Obr. 7. Pneumatická značka vzdušníku.....	17
Obr. 8. Pneumatická značka jednočinného pneumotoru.....	19
Obr. 9. Pneumatická značka dvojčinného pneumotoru .....	20
Obr. 10. Pneumatická značka dvojčinného pneumotoru s tlumením .....	20
Obr. 11. Pneumatická značka pneumotoru s oboustrannou pístnicí.....	20
Obr. 12. Pneumatická značka tandemového pneumotoru.....	21
Obr. 13. Pneumatická značka kyvného pneumotoru .....	21
Obr. 14. Pneumatická značka rotačního pneumotoru.....	21
Obr. 15. Pneumatická značka rozvaděče 3/2 .....	23
Obr. 16. Pneumatická značka rozvaděče 4/2 .....	23
Obr. 17. Pneumatická značka rozvaděče 5/2 .....	23
Obr. 18. Pneumatická značka rozvaděče 4/3 .....	24
Obr. 19. Pneumatické značky pro ovládání silou .....	24
Obr. 20. Pneumatické značky pro ovládání mechanické.....	25
Obr. 21. Pneumatické značky pro ovládání pneumatické.....	25
Obr. 22. Pneumatické značky pro kombinované ovládání .....	26
Obr. 23. Pneumatické značky pro elektrické ovládání .....	26
Obr. 24. Pneumatická značka ventilu „OR“ .....	27
Obr. 25. Pneumatická značka ventilu „AND“ .....	27
Obr. 26. Pneumatická značka jednosměrného ventilu.....	27
Obr. 27. Pneumatická značka škrťacího ventilu .....	28
Obr. 28. Pneumatická značka rychloodvzdušňovacího ventilu .....	28
Obr. 29. Krokový diagram.....	29
Obr. 30. Diagram ovládání řídicích povelů .....	29
Obr. 31. Řídicí systém .....	30
Obr. 32. Značka tlačítkového spínacího kontaktu .....	32

Obr. 33. Značka tlačítkového vypínacího kontaktu.....	32
Obr. 34. Značka tlačítkového přepínacího kontaktu.....	32
Obr. 35. Značka mechanického spínacího kontaktu.....	32
Obr. 36. Značka mechanického vypínacího kontaktu.....	33
Obr. 37. Značka mechanického přepínacího kontaktu .....	33
Obr. 38. Značka magnetického snímače polohy.....	33
Obr. 39. Značka indukčního snímače polohy .....	34
Obr. 40. Značka kapacitního snímače polohy.....	34
Obr. 41. Značka optického snímače polohy .....	34
Obr. 42. Značka relé .....	35
Obr. 43. Časový průběh – zpoždění při zapnutí .....	35
Obr. 44. Značka časového relé se zpožděním při zapnutí .....	35
Obr. 45. Časový průběh – zpoždění při vypnutí.....	36
Obr. 46. Značka časového relé se zpožděním při vypnutí.....	36
Obr. 47. Značka elektro-pneumatického rozvaděče 3/2 .....	36
Obr. 48. Značka elektro-pneumatického rozvaděče 3/2 s pomocným rozvaděčem .....	37
Obr. 49. Značka elektro-pneumatického rozvaděče 4/2 .....	37
Obr. 50. Značka pneumaticko-elektrického měniče .....	37
Obr. 51. Úloha č.1 – pneumatika.....	42
Obr. 52. Úloha č.1 – elektro-pneumatika.....	43
Obr. 53. Úloha č.2 – pneumatika.....	44
Obr. 54. Úloha č.2 – elektro-pneumatika.....	45
Obr. 55. Úloha č.3 - Pneumatika .....	47
Obr. 56. Úloha č.3 – elektro-pneumatika.....	48
Obr. 57. Úloha č.4 – krokový diagram a diagram řídicích povelů .....	50
Obr. 58. Úloha č.4 - pneumatika.....	50
Obr. 59. Úloha č.4 – elektro-pneumatika.....	52
Obr. 60. Úloha č.5 - pneumatika.....	54
Obr. 61. Úloha č.6 - pneumatika.....	55
Obr. 62. Úloha č.7 – pneumatika .....	56
Obr. 63. Úloha č.8 – pneumatika.....	58
Obr. 64. Úloha č.9 - pneumatika.....	59
Obr. 65. Úloha č. 10 – pneumatika .....	61

---

Obr. 66. Úloha č. 11 – pneumatika .....	62
Obr. 67. Úloha č.12 – krokový diagram .....	64
Obr. 68. Úloha č.12 – pneumatika .....	64
Obr. 69. Úloha č.13 – krokový diagram .....	66
Obr. 70. Úloha č.13 – pneumatika .....	66
Obr. 71. Úloha č.5 – elektro-pneumatika.....	68
Obr. 72. Úloha č.6 – elektro-pneumatika.....	69
Obr. 73. Úloha č.7 – elektro-pneumatika.....	71
Obr. 74. Úloha č.8 – elektro-pneumatika.....	72
Obr. 75. Úloha č.9 – elektro-pneumatika.....	73
Obr. 76. Úloha č.10 – elektro-pneumatika.....	75
Obr. 77. Úloha č.11 – elektro-pneumatika.....	76
Obr. 78. Úloha č.12 – krokový diagram .....	78
Obr. 79. Úloha č. 12 – elektro-pneumatika.....	78
Obr. 80. Úloha č.13 – elektro-pneumatika.....	80



**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Jednotky tlaku.....	12
Tab. 2. Značení jednotlivých přívodů.....	22
Tab. 3. Funkce v elektro-pneumatickém systému .....	31