

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Univerzitní studijní programy
Katedra automatizační techniky a řízení

Návrh a realizace elektro-pneumatických úloh
Design and Implementation of Electro-pneumatic Tasks

Student: Samuel Przewczek

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Mahdal, Ph.D.

Ostrava 2013/2014

Zadání bakalářské práce

Student: **Samuel Przeczek**
Studijní program: B3943 Mechatronika
Studijní obor: 3906R007 Automobilová elektronika
Téma: **Návrh a realizace elektro-pneumatických úloh**
Design and Implementation of Electro-pneumatic Tasks

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s výukovými stoly Festo Didactic a jednotlivými elektro-pneumatickými komponentami.
2. Navrhněte elektro-pneumatické úlohy se zaměřením na využití v automobilech a v procesu výroby automobilů. Jejich funkci nejdříve simulačně ověřte v prostředí FluidSim a následně vybrané úlohy fyzicky realizujte na výukových stolech.
3. Navrhněte pro vybrané typové úlohy elektronický panel, umožňující spínat a zobrazovat stavy připojených elektro-pneumatických prvků.
4. Zhodnoťte dosažené výsledky a možnosti uplatnění ve výuce.

Seznam doporučené odborné literatury:

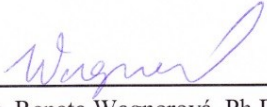
- KOPÁČEK, J. 1996. Pneumatické mechanismy. Díl I. Pneumatické prvky a systémy. Skripta VŠB-TU Ostrava, 1996.
- KOPÁČEK, J. 2005. Pneumatické mechanismy. Díl II. Řízení pneumatických systémů. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2005.
- NOSKIEVIČ, J. 1995. Dynamika tekutinových mechanismů. Ostrava: Skripta VŠB – TU Ostrava, 1995, 166 s.
- NEVRLÝ, J. 2003. Modelování pneumatických systémů. VUT Brno, Fakulta strojního inženýrství, 2003, 183 s. ISBN 80-7204-300-5.
- SIMULAČNÍ PROSTŘEDÍ FLUIDSIM. [online]. [cit. 2013-11-01] Dostupné z WWW stránek <http://www.fluidsim.de/fluidsim/index4_e.htm>.
- TŮMA, J. 2009. Diagnostika strojů. Ostrava: Skripta VŠB – TU Ostrava, 2009, 138 s. ISBN

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

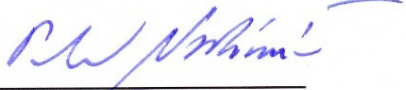
Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Miroslav Mahdal, Ph.D.**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014


doc. Ing. Renata Wagnerová, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Ing. Petr Noskievič, CSc.
prorektor pro studium



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Poděkování

Tato práce byla vypracována s podporou projektu Příležitost pro mladé výzkumníky, reg. č. CZ.1.07/2.3.00/30.0016 podpořeného Operačním programem Vzdělávání pro konkurenceschopnost, financovaného ze strukturálních fondů EU a státního rozpočtu ČR.

Děkuji především panu Ing. Miroslavu Mahdalovi, Ph.D. za poskytnuté konzultace při přípravě mé bakalářské práce.

Místopřísežné prohlášení

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 19. 5. 2014



Samuel Przewczek

Prohlašuje, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 19. 5. 2014



Samuel Przeczek

Jméno a příjmení autora práce:

Samuel Przeczek

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Dolní Domaslavice 309, 739 38

Anotace

Przeczek, S. *Návrh a realizace elektro-pneumatických úloh: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Univerzitní studijní programy, 2014, 59 s. Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Mahdal, Ph.D.

Bakalářská práce se zabývá problematikou elektro-pneumatických systémů. Zaměřuje se konkrétně na výrobky od firmy Festo. Základ tvoří výukový stůl Festo Didactic s jednotlivými elektro-pneumatickými komponentami. Práce se skládá z teoretické části, která obsahuje popis elektro-pneumatických prvků a dalších komponentů spojených s elektro-pneumatikou. Praktická část obsahuje návrh elektro-pneumatických úloh se zaměřením na využití v automobilech a v procesu výroby automobilů. Tyto úlohy jsou ověřeny v simulačním prostředí FluidSim a také fyzicky ověřeny na výukovém stole Festo Didactic. Dále obsahuje návrh a realizaci elektronického panelu pro spínání a zobrazování stavu připojených elektro-pneumatických prvků.

Klíčová slova

Festo Didactic, FluidSim, elektro-pneumatika, elektro-pneumatické úlohy, automobil, výroba automobilu, elektronický panel

Annotation of bachelor thesis

Przeczek, S. *Design and Implementation of Electro-pneumatic Tasks : Bachelor thesis*. Ostrava: VSB – Technical University of Ostrava, University Study Programs, 2013, 59 p. Thesis head: Ing. Miroslav Mahdal, Ph.D.

The bachelor thesis deals with electro-pneumatic systems. It focuses specifically on products from Festo. The base consists of learning table Festo Didactic with individual electro-pneumatic components. The work consists of a theoretical part, which contains a description of the electro-pneumatic components and other components associated with electro-pneumatics. The practical part contains a proposal electro-pneumatic tasks focusing on the use in cars and in the process of production cars. These tasks are verified in simulation environment FluidSim and physically verified on training desk Festo Didactic. It also includes the design and implementation of electronic panel for switching a display of status of connected electro-pneumatic components.

Keywords

Festo Didactic, FluidSim, electro-pneumatic, electro-pneumatic tasks, car, production of car, electronic panel

Obsah

Seznam použitých symbolů.....	- 9 -
Seznam použitých zkratek.....	- 10 -
1 Úvod.....	- 11 -
2 Pneumatické systémy	- 12 -
2.1 Úvod do pneumatiky	- 12 -
2.2 Výhody a nevýhody pneumatiky.....	- 14 -
2.3 Stlačený vzduch	- 14 -
3 Části pneumatických obvodů.....	- 16 -
3.1 Pneumatické obvody	- 16 -
3.2 Pneumatické motory.....	- 17 -
3.3 Rozvaděče	- 18 -
3.4 Ventilová hradla.....	- 20 -
4 Elektro-pneumatika	- 21 -
4.1 Prvky pro vstupní signál.....	- 21 -
4.1.1 Tlačítka a spínače.....	- 21 -
4.1.2 Elektromagnetické snímače	- 22 -
4.1.3 Indukční snímače	- 22 -
4.1.4 Kapacitní snímače	- 23 -
4.1.5 Optické snímače	- 23 -
4.2 Prvky pro zpracování signálu.....	- 23 -
5 Výukové stoly Festo Didactic	- 24 -
5.1 Festo FluidSim	- 24 -
5.2 Kompresor.....	- 25 -
6 Návrh elektro-pneumatických úloh pro využití v automobilech.....	- 26 -
7 Návrh elektro-pneumatických úloh pro využití v procesu výroby automobilů.....	- 28 -
7.1 Třídění materiálu.....	- 28 -
7.2 Lepení.....	- 29 -
7.3 Pásový dopravník.....	- 30 -
7.4 Značkovač	- 31 -
8 Návrh a realizace elektronického panelu	- 32 -
8.1 Komponenty pro elektronický panel	- 32 -
8.1.1 Tlačítka.....	- 32 -

8.1.2	Cívky relé.....	- 33 -
8.1.3	LED diody.....	- 34 -
8.1.4	Časová relé.....	- 35 -
8.1.5	Čítač.....	- 36 -
8.1.6	Konektor CAN37 a USB.....	- 37 -
8.1.7	Přístrojová zdířka.....	- 37 -
8.1.8	Páčkový přepínač.....	- 38 -
8.1.9	Arduino MEGA2560.....	- 38 -
8.2	Návrh a výroba elektronického panelu.....	- 39 -
8.2.1	Čelní panel.....	- 39 -
8.2.2	Desky plošných spojů.....	- 41 -
8.3	Ověření funkčnosti elektronického panelu.....	- 45 -
9	Závěr.....	- 47 -
	Použitá literatura.....	- 48 -
	Seznam příloh.....	- 49 -

Seznam použitých symbolů

I	- elektrický proud	[A]
m	- hmotnost	[kg]
n	- látkové množství	[mol]
p	- tlak	[Pa, bar]
P	- výkon	[W]
Q	- objemový průtok	[m ³ ·s ⁻¹]
R	- elektrický odpor	[Ω]
R	- molární plynová konstanta	[J·mol ⁻¹ ·K ⁻¹]
T	- termodynamická teplota	[K]
U	- elektrické napětí	[U]
v	- rychlost	[m·s ⁻¹]
V	- objem	[m ³]

Seznam použitých zkratk

CorelDRAW	- grafický editor
DPS	- deska plošného spoje
Eagle	- editor schémat a tvorba návrh DPS
Festo	- výrobce pneumatických systémů
FluidSim	- simulační prostředí
LED	- světelná dioda
MCU	- mikroprocesorová jednotka
SD	- schottkyho dioda
ZD	- zenerova dioda

1 Úvod

Bakalářská práce se zabývá jednoduchým vysvětlením problematiky elektro-pneumatických obvodů, vytvořením vzorových výukových úloh a návrhem a realizací elektronického panelu.

Pracovištěm pro realizaci elektro-pneumatických úloh je výukový stůl Festo Didactic s jednotlivými elektro-pneumatickými komponentami. Před samotným zapojením bylo vhodné navržené úlohy ověřit v simulačním prostředí Festo FluidSim. Tímto ověřením lze objevit nedostatky v návrhu a ušetřit tím čas při fyzickém zapojování a eliminovat případné poškození komponentů v případě kolize.

V pneumatických systémech se používá jako nositel energie a informace vzdušina, tím je nejčastěji stlačený vzduch. Toto médium se upravuje, aby bylo zbaveno vlhkosti. Pneumatické mechanismy se používají především pro přenos informace a řízení. V případě použití jako výkonový mechanismus se nasazují pouze pro střední a malé výkony. To je dáno především jejich konstrukčními vlastnostmi, ale zejména vlastnostmi stlačeného vzduchu. V řízení elektro-pneumatiky, jak už z názvu vyplývá, se používá nejen stlačený vzduch, ale i elektrický signál. Elektro-pneumatické systémy mají využití, kde je nutno splnit tyto parametry: teplotní odolnost, bezpečnost, čistota provozu, vysoká pracovní odezva a snadná regulace.

Praktická část obsahuje návrh a ověření elektro-pneumatických úloh, které jsou zaměřeny do oblasti automobilové techniky a procesu výroby automobilů. Dále pak řeší návrh a konstrukci speciálního elektronického panelu, který umožňuje spínat akční členy - elektromagnetické ventily, monitorovat jejich stavy formou LED diod a rovněž možnost připojení k mikroprocesorové jednotce Arduino MEGA2560. Mikroprocesor poskytuje rozhraní pro komunikaci s PC, tedy možnost budoucí vizualizace a zároveň rozšíření o řízení akčních členů a měření analogových veličin.

2 Pneumatické systémy

Pneumatické systémy přenášejí pohyb a silové zatížení pomocí plynů. Nejčastěji používaným nosným médiem je vzduch.

2.1 Úvod do pneumatiky

Pojmem pneumatika se obecně rozumí průmyslové využití tlakového vzduchu pro pracovní úkony, přenosy a zpracování informace. Běžně pneumatika využívá rozsah stlačeného vzduchu od 2 do 8 barů. Energie stlačeného vzduchu se využívá pro realizaci mechanických činností např. posunutí, upnutí, stlačení, apod.

Nástup pneumatických systému a použití ve výrobě se datuje od 50. let minulého století. Za posledních 20 let proběhl největší rozmach a rozvoj v průmyslové automatizaci.

Pro schématické značky pneumatických prvků platí norma DIN ISO 1219.

Rozdělení pneumatiky

- Nízkotlaká pneumatika. Rozsah tlaků: do 15 bar. Použití pro řízení (ovládání a regulace).
- Normální pneumatika. Rozsah tlaků: 15 – 160 bar. Běžné využití.
- Vysokotlaká pneumatika. Rozsah tlaků: nad 160 bar. Využití u speciálních případech.

Vlastnosti vzduchu

Pracovním médiem v pneumatických systémech je stlačený vzduch. Protože se jedná o vzduch, bude jeho stav v každém okamžiku popsán stavovou rovnicí (2.1) [KOPÁČEK, J. 1996]:

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (2.1)$$

Kde je:

- p – tlak plynu,
- V – objem plynu,
- n – látkové množství,
- R – molární plynová konstanta,
- T – termodynamická teplota.

Základní veličiny pneumatických systémů jsou tyto:

- tlak p ,
- objemový průtok Q ,
- teplota T .

Základní vlastnosti vzduchu jsou tyto [KOPÁČEK, J. 1996]:

- Dostupnost: neomezené množství vzduchu.
- Teplota: necitlivost stlačeného vzduchu ke změnám teploty, z čehož vyplývá činnost pneumatických zařízení i v extrémních teplotních podmínkách.
- Akumulace: akumulace stlačeného vzduchu v tlakové nádobě, možnost přepravy těchto nádob, kompresor pro výrobu stlačeného vzduchu nemusí být v provozu nepřetržitě.
- Doprava: snadná doprava pomocí potrubí i na větší vzdálenosti, na rozdíl od hydraulických systémů není nutné zpětné vedení, přeprava i v tlakových lahvích.
- Čistota: nemůže dojít ke znečištění okolí při unikání, činnosti pneumatických prvků, netěsnosti potrubí, protože žádné škodliviny neobsahuje, z toho důvodu je využití především v potravinářském, textilním, dřevozpracujícím průmyslu.
- Rychlost: velká rychlost pracovního média, rychlost pohybu pneumatických motorů je 1 až 2 m/s.
- Řiditelnost: velký rozsah řízení síly a rychlosti.
- Přetížitelnost: při přetížení dojde k přerušení činnosti pneumatického zařízení a nedochází k poškození.
- Úprava: ze vzduchu musí být odstraněny nečistoty a vlhkost, které by vedly k zvýšenému opotřebení pneumatických prvků.
- Stlačitelnost: nerealizovatelnost dosažení konstantní rychlosti výsuvu pístu pneumatických motorů.
- Dosažitelná síla: používány tlak v provozu do maximálně 1 MPa, dokáže hospodárně dosáhnout síly 20 000 až 30 000N.
- Hlučnost: k odfuku dochází při činnosti pneumatických zařízení, čímž vzniká hluk, tento problém se potlačuje tlumiči.
- Náklady: stlačený vzduch patří mezi nejdražší nositele energie, vysoké náklady na výrobu jsou kompenzovány nízkou cenou a velkou výkonností prvků.

2.2 Výhody a nevýhody pneumatiky

Výhody jsou tyto:

- Dostupnost vzduchu – všude kolem nás.
- Centrální výroba stlačeného vzduchu.
- Akumulace stlačeného vzduchu v tlakové nádobě – není nutné, aby kompresor pracoval stále.
- Doprava stlačeného vzduchu na velké vzdálenosti bez zpětného vedení, vypouštění do okolí.
- Čistota provozu – vzduch neobsahuje nečistoty a škodliviny.
- Bezpečnost provozu – vzduch je nevybušný a nehoří.

Nevýhody jsou tyto:

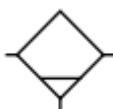
- Úprava vzduchu, nutné odstranit nečistoty a vodu.
- Hlučnost, expanze tlakového vzduchu na atmosférický, použití tlumičů.
- Vysoké náklady na energii.

2.3 Stlačený vzduch

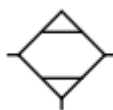
Při používání stlačeného vzduchu je nutné dbát na jeho kvalitu, aby nedocházelo ke snižování životnosti pneumatických zařízení. Základní úpravou je odstranění vody (vlhkosti). Voda ve vzduchu způsobí korozi potrubí a pneumatických zařízení. V případě, je-li zařízení nebo potrubí vystaveno mrazu, může dojít k jeho vyřazení z provozu, z důvodu ucpání ledem.

Ochrana systému proti vlhkosti:

- Čištění vzduchu.
- Vysoušení vzduchu.



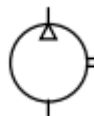
Obrázek 2.1: Pneumatická značka odlučovače kondenzátu



Obrázek 2.2: Pneumatická značka pro vysoušeč vzduchu

Výroba stlačeného vzduchu

Pro výrobu stlačeného vzduchu se běžně používají kompresory. Stlačují vzduch na požadovaný tlak, pro použití v dané aplikaci. Od kompresoru se stlačený vzduch k pneumatickým zařízením rozvádí potrubím. Pohon kompresoru zajišťuje elektromotor nebo spalovací motor.



Obrázek 2.3: Pneumatická značka kompresoru

Rozvod stlačeného vzduchu

Stlačený vzduch od kompresoru je dopravován pomocí potrubí. Odborný název je rozvodová síť. Na tuto síť jsou kladeny tyto požadavky:

- Nízká ztráta tlaku ve vedení.
- Nízká ztráta objemu přes netěsnosti.
- Odvádění kondenzátu.
- Dostatečná mechanická pevnost potrubí.

Jako součást rozvodu vedení je i vzdušník. Vzdušník je tlaková nádoba sloužící pro akumulaci stlačeného vzduchu. Vyrovňuje tlak odebíraný z potrubí spotřebiči.



Obrázek 2.4: Pneumatická značka vzdušníku

3 Části pneumatických obvodů

Pneumatický obvod se skládá ze základních pneumatických prvků, které jsou vzájemně propojeny a vytvářejí tak pneumatické mechanismy.

3.1 Pneumatické obvody

Základními prvky pneumatických obvodů jsou tyto části:

- Zásobníky.
- Potrubí.
- Převodníky (zdroj tlakové energie, pneumatický motor).
- Řídící část.
- Doplnky.

Řídící část ovládá směr, průtok a tlak vzduchu v potrubí. Do této části patří tyto prvky:

- Rozvaděč.
- Škrťící ventil.
- Tlakový ventil.
- Redukční ventil.
- Jednosměrný ventil.
- Uzavírací ventil.

Z pohledu funkce se řídicí část dělí na tyto skupiny:

Hrazení průtoku

- Rozvaděč.
- Jednosměrný a uzavírací ventil.

Řízení tlaku

- Tlakový ventil.
- Redukční ventil.

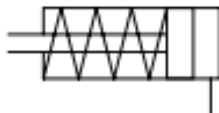
Řízení průtoku

- Škrťící ventil.
- Clona.

3.2 Pneumatické motory

Jednočinný přímočarý pneumotor

Stlačený vzduch u tohoto pneumotoru působí pouze z jedné strany pístu. Tento pneumotor koná práci pouze v jednom směru. Je obvykle doplněn pružinou pro zpětný zdvih.



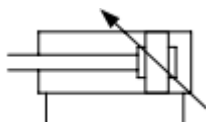
Obrázek 3.1: Pneumatická značka jednočinného pneumotoru

Dvojčinný přímočarý pneumotor

Stlačený vzduch u tohoto pneumotoru působí z obou stran pístu. Vyvozuje tímto sílu při vysouvání i zasouvání. Oba zdvihy jsou pracovní. Pro zamezení rázů v koncových polohách se používá tlumení.



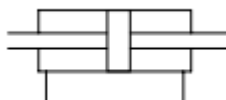
Obrázek 3.2: Pneumatická značka dvojčinného pneumotoru



Obrázek 3.3: Pneumatická značka dvojčinného pneumotoru s tlumením

Pneumotor s oboustrannou pístnicí

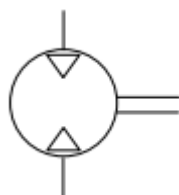
Pístnice prochází přes celou délku pneumotoru.



Obrázek 3.4: Pneumatická značka pneumotoru s oboustrannou pístnicí

Rotační pneumotory

Tento typ pneumotoru přeměňuje energii stlačeného vzduchu na energii mechanickou rotačního typu. Směr otáčení je možný v obou směrech.



Obrázek 3.5: Pneumatická značka rotačního pneumotoru

3.3 Rozvaděče

Hlavní použití rozvaděčů je pro hrazení průtoků. Pomocí řídicích vstupů přepíná funkční polohy rozvaděče podle požadavku. Řídit rozvaděč lze mechanicky, manuálně, tlakově a elektricky. Každý rozvaděč se označuje čísly a písmeny. Pro jejich rozpoznání.

Rozdělení rozvaděčů podle konstrukce:

- Ventilové.
- Šoupátkové.

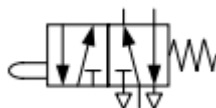
Příklady rozvaděčů

- Rozvaděč 3/2, s uzavřenou polohou (3 – počet cest, 2 – počet poloh)



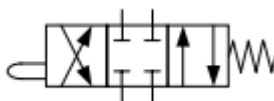
Obrázek 3.6: Pneumatická značka rozvaděče 3/2

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



Obrázek 3.7: Pneumatická značka rozvaděče 5/2

- Rozvaděč 4/3 s uzavřenou polohou (4 – počet cest, 3 – počet poloh)

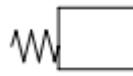


Obrázek 3.8: Pneumatická značka rozvaděče 4/3

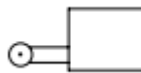
Rozdělení ovládání rozvaděčů

Ovládání rozvaděčů je rozděleno do těchto skupin:

- Mechanicky



Obrázek 3.9: Ovládání pružinou

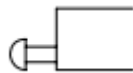


Obrázek 3.10: Ovládání kladkou

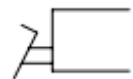
- Manuálně



Obrázek 3.11: Obecný znak pro manuální ovládání

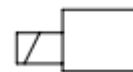


Obrázek 3.12: Ovládání knoflíkem



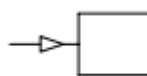
Obrázek 3.13: Ovládání nožní pákou

- Elektricky



Obrázek 3.14: Ovládání elektromagnetem

- Tlakově

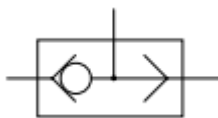


Obrázek 3.15: Ovládání pneumatické

3.4 Ventilová hradla

Třicestný jednosměrný kuličkový ventil, logická funkce OR

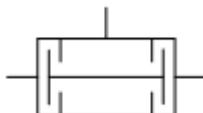
Propouští tlak stlačeného vzduchu pouze, je-li tlak na jednom vstupním kanálu. Při působení tlaku na obou vstupních kanálech, je na výstup propouštěn proud vzduchu s vyšším tlakem.



Obrázek 3.16: Pneumatická značka logické funkce OR

Třicestný jednosměrný ventil, logická funkce AND

Propouští tlak stlačeného vzduchu pouze, je-li na obou vstupech stejný tlak. Při rozdílném tlaku, proudí na výstup vzduch s menším tlakem.



Obrázek 3.17: Pneumatická značka logické funkce AND

Jednosměrný ventil s pružinou (zpětný)

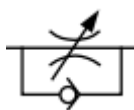
Podle principu činnosti je to nejjednodušší hradící prvek. Umožňuje průtok pouze v jednom směru a v opačném směru zajišťuje dokonalou těsnost. Uzavírací prvek je ve většině případů kulička, která je dotlačována pružinou.



Obrázek 3.18: Pneumatická značka jednosměrného ventilu s pružinou

Kombinovaný škrťací ventil

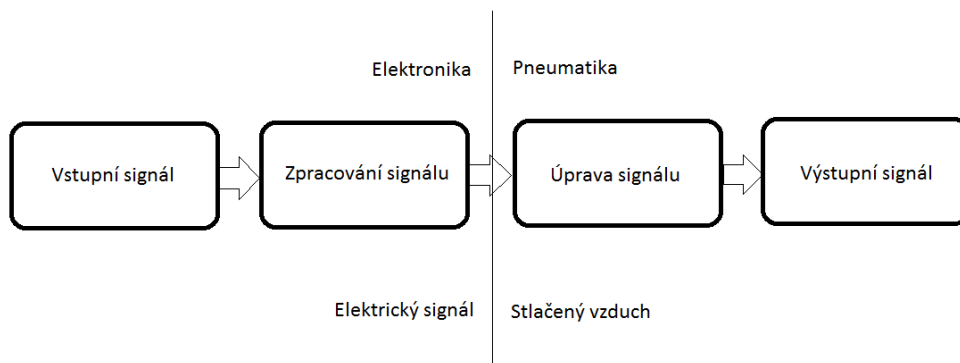
Kombinovaný škrťací ventil slouží pro regulování průtoku pouze v jednom směru. Jednosměrný zpětný ventil je uzavřen a proud vzduchu prochází škrťacím ventilem, který je pomocí škrťacího mechanismu omezen. Při opačném proudění tlak vzduchu otevře jednosměrný ventil a proudí plným tlakem bez omezení.



Obrázek 3.19: Pneumatická značka kombinovaného škrťacího ventilu

4 Elektro-pneumatika

U elektro-pneumatických obvodů se využívá kombinace pneumatiky a elektroniky. Využívá se elektrické energie pro řízení pneumatických prvků. Základními prvky jsou relé, rozpínací kontakty, spínací kontakty, cívky, atd. Obrázek 3.1 zobrazuje rozdělení elektro-pneumatiky. Vstupní signál představuje tlačítkový spínač, zpracování signálu cívkové relé, úprava signálu představuje přestavení rozvaděče (elektromagnetický ventil) a výstupní signál pohyb pneumotoru.



Obrázek 4.1: Blokové schéma elektro-pneumatiky

4.1 Prvky pro vstupní signál

Prvky pro vstupní signál se dělí podle způsobu spínání a funkce spínání. Jejich úkolem je získání elektrických signálů.

Způsob spínání:

- Kontaktní.
- Bezkontaktní.

Funkce spínání:

- Zapínací.
- Přepínací.
- Vypínací.

4.1.1 Tlačítka a spínače

Tlačítko je jednoduchý spínač pro ruční ovládání elektrického zařízení. Hlavní rozdíl tlačítka a spínače spočívá v absenci aretace u spínače. Po uvolnění tlačítka se vrací do původní

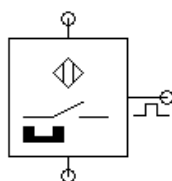
polohy. Využití pro start pracovního cyklu nebo pro bezpečnost obsluhy, kdy je například nutné pro chod pracovního stroje, aby byla stisknuta tlačítka.



Obrázek 4.2: Značka tlačítka (vlevo) a spínače (vpravo)

4.1.2 Elektromagnetické snímače

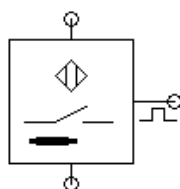
Hlavní součástí tohoto snímače je magnet. Při pohybu pístu tento magnet reaguje a spíná do polohy sepnuto.



Obrázek 4.3: Značka elektromagnetického snímače

4.1.3 Indukční snímače

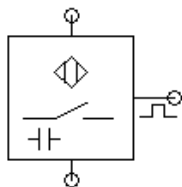
Pracují na principu střídavého elektromagnetického pole. Toto pole je zatlumené při přiblížení kovového materiálu. Při přiblížení předmětu klesá napětí v obvodu snímače. Tyto snímače mohou detekovat i nekovový předmět. Jejich snímací vzdálenost se v tomto případě snižuje.



Obrázek 4.4: Značka indukčního snímače

4.1.4 Kapacitní snímače

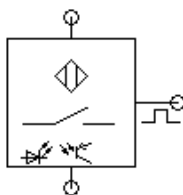
Při přiblížení předmětu jakéhokoliv materiálu ke snímači, dochází ke změně kapacity. Kmitavý obvod ve snímači se v tomto důsledku rozkmitá a dochází k sepnutí. Reaguje na kovové i nekovové předměty.



Obrázek 4.5: Značka kapacitního snímače

4.1.5 Optické snímače

Tyto snímače pracují se světelným paprskem. Snímač vysílá infračervený impulsní signál a reaguje na odraz tohoto signálu od předmětu. Tyto snímače detekují jakýkoliv materiál.

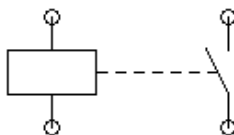


Obrázek 4.6: Značka optického snímače

4.2 Prvky pro zpracování signálu

Relé

Relé je důležitým funkčním prvkem v automatizační a řídicí technice. Základními prvky je cívka a kotva. Při připojení zdroje napětí na cívku, vzniká pomocí protékajícího elektrického proudu v okolí cívky magnetické pole. Toto magnetické pole působí na kotvu, která je vtažena do cívky. Po odpojení od zdroje se kotva pomocí vratné pružiny vrací do původní polohy.



Obrázek 4.7: Značka relé

5 Výukové stoly Festo Didactic

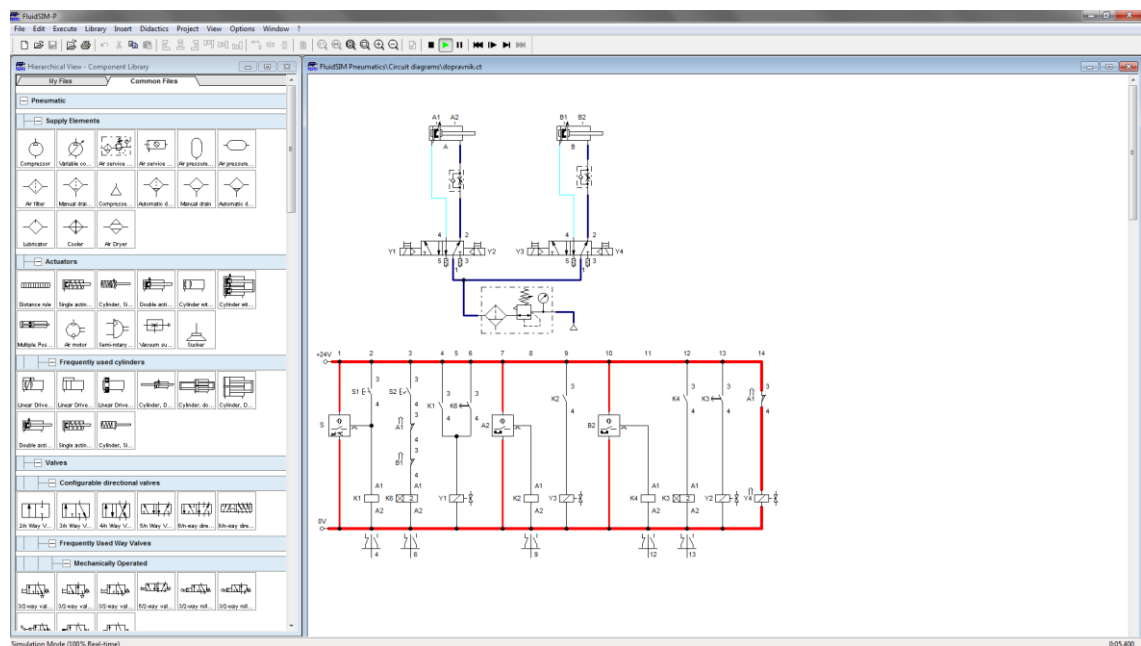
Výukové stoly Festo Didactic slouží pro názornou demonstraci pneumatických a elektro-pneumatických úloh. Za pomoci těchto stolů lze sestavit široký rozsah různých pneumatických a elektropneumatických obvodů s řízením pomocí reléové logiky. Obsahují základní prvky využívané v průmyslové automatizaci. Tyto prvky lze flexibilně upevňovat do drážek, které jsou na výukovém stole. Elektrické prvky jsou napájeny stejnosměrným napětím 24 V. Tabulka s prvky v laboratoři je přiložena v příloze č. 1. Na přiloženém CD je nahrána fotodokumentace elektro-pneumatických prvků z laboratoře H310.



Obrázek 5.1: Výukový stůl Festo Didactic [FESTO, 2014]

5.1 Festo FluidSim

Festo FluidSim je simulační program od firmy Festo. Umožňuje ověřit funkci navržených obvodů. Prostředí se skládá ze záložky s funkčními bloky a pracovní plochy. Úloha se vytváří vkládáním prvků z knihoven do pracovní plochy a jejich následným propojením. V simulaci lze sledovat médium, jak elektrické (elektrický signál – červená barva) tak pneumatické (stlačený vzduch – modrá barva). Program je velmi intuitivní a volně ke stažení z internetových stránek Festo.



Obrázek 5.2: Festo FluidSim

5.2 Kompresor

Nedílnou součástí pneumatiky je zdroj stlačeného vzduchu. Kompresor umístěný v laboratoři H310 má toto typové označení: Jun – Air Compressor Model 6.

Parametry kompresoru Jun – Air Compressor Model 6:

- Maximální tlak: 8 bar.
- Objem zásobníku: 25 l.
- Napájení: 230 V / 50 Hz.
- Průtok při 8 barech: 32 l / min.



Obrázek 5.3: Kompresor Jun-Air Compressor Model 6 [JUN-AIR]

6 Návrh elektro-pneumatických úloh pro využití v automobilech

Použití pneumatického systému ve vozidlech má širokou škálu využití. Od využití v jízdním pohodlí (odpružení sedačky v automobilu), odpružení a tlumení kol automobilu, brzdový systém nákladního automobilu nebo využití stlačeného vzduchu v automobilu nové generace (pohon na stlačený vzduch).

Pneumatický systém jízdního pohodlí

Popis úlohy: pružná sedadla slouží pro zachycení kmitů a chvění. Eliminací těchto nežádoucích pohybů se snižuje nervová a svalová únava řidiče a zvyšuje jeho pohodlí při cestování.

Systém jízdního pohodlí – odpružení sedačky byl nasimulován a reálně sestaven v laboratorních podmínkách. Schéma zapojení pneumatické sedačky v simulačním programu FluidSim se nachází v příloze č. 2. Mezi přední výrobce reálných systémů jízdního pohodlí patří společnost Grammer. Navržený systém simuluje podobné funkce jako systém reálný od této společnosti.

Funkce úlohy: zapnutí pneumatického systému pružení sedadla se realizuje pomocí spínače S0. Po sepnutí tohoto spínače se aktivuje elektromagnetický snímač A, který přes relé K3 umožní elektrickému proudu protékat do cívky Y1. Dochází k přestavení hlavního rozvaděče a zvedání sedačky. Po dosažení přednastaveného zdvihu (20 mm) se elektromagnetický snímač deaktivuje a dochází k přestavení hlavního rozvaděče do původní polohy. Sedačka se nachází v automatickém režimu. Při překročení spodní hranice pod 20mm dojde opět k dofouknutí sedačky. Sedačku lze i manuálně přizvednou za pomoci spínače S1. Po dobu stisknutí dochází ke zvedání sedačky. Přes relé K1 na cívky Y1. Tlačítko S2 slouží pro snížení sedačky. Přes relé K2 na cívku Y2, se vedlejší rozvaděč přestaví a dochází k odfouknutí přebytečného stlačeného vzduchu do atmosféry. Toto snížení lze provést pouze do hranice 20 mm, při překročení dojde k opětovnému dofouknutí na tuto hranici. Pro vypnutí pružení sedačky a spuštění do nulové polohy je nutné vypnout spínač S0 a stisknout tlačítko S3. Přes relé K5 bude na cívku Y2 protékat elektrický proud, přestaví se vedlejší rozvaděč a dochází k odfouknutí stlačeného vzduchu.

Pneumatická sedačka GRAMMER MAXIMO DYNAMIC

Firma GRAMMER AR patří mezi špičku ve výrobě komponent pro pohodlí řidiče. Specializuje na vývoj a výrobu komponentů a systémů pro interiéry automobilů, sedadla pro řidiče a spolujezdce pro offroad vozidla, nákladní vozidla, autobusy a vlaky. Nově vyvinutý Dynamic Damping System vylepšuje osvědčený systém vzduchového pérování pro výrazné snížení nízkofrekvenčních vibrací.



Obrázek 6.1: Sedačka Grammer Maximo Dynamic [GRAMMER AG]

Parametry sedačky:

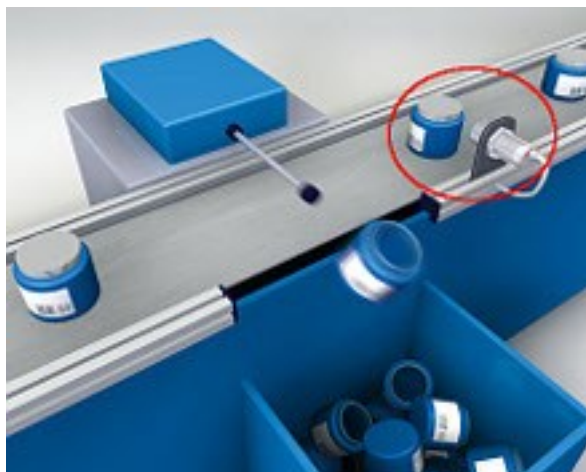
- Výškové nastavení: 80 mm.
- Zdvih pérování: 100 mm.
- Podélný posuv: 210 mm.
- Pneumatické odpružení: nízkofrekvenční pérování s automatickým nastavitelným tlumičem.
- Nastavitelná tuhost vertikálního pérování.
- Bederní opěrka.
- Vyhřívané čalounění.
- Nastavitelný sklon opěradla.

7 Návrh elektro-pneumatických úloh pro využití v procesu výroby automobilů

V této části bakalářské práce je navržena sada čtyř úloh pro využití v procesu výroby automobilů. Zadání jsou koncipována od jednodušších po složitější typy úloh. Tyto úlohy byly simulovány v programu FluidSim a fyzicky ověřeny na výukovém stole Festo Didactic. Navržené elektro-pneumatické úlohy jsou doplněny o obrázky představující vytvořenou elektro-pneumatickou úlohu.

7.1 Třídění materiálu

Popis úlohy: toto zapojení lze využít u pásového dopravníku s indukčním snímačem. V tomto případě slouží pro selekci kovových dílů od nekovových. V případě požadavku čítání těchto kovových dílů, lze zapojení doplnit čítačem.



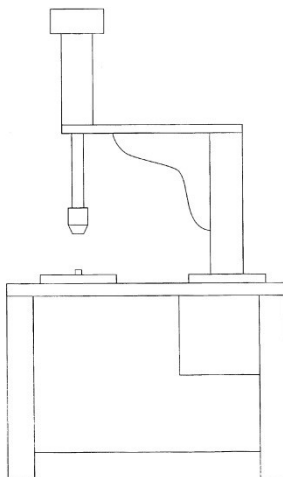
Obrázek 7.1: Vizualizace třídíčky [AJP-tech spol. s r.o.]

Schéma zapojení třídíčky v simulačním programu FluidSim se nachází v příloze č. 3.

Funkce úlohy: zapnutí třídíčky se provádí stisknutím tlačítka S1. Signál z tohoto spínače směřuje k relé K1 přes které se sepne indukční snímač S. V této chvíli je snímač zapnutý. V případě přiblížení kovového dílu na pásu ke snímači (označen v červeném kruhu na Obrázku 6.1) sepne tento snímač relé K2, pomocí kterého začne protékat proud do cívky Y1, která přestaví rozvaděč. Následuje vysunutí pneumotoru A, který zajistí odsunutí kovového dílu z pásu do sběrače. Ve chvíli odsunutí dílu přestává být snímač S aktivní, zaniká signál přes relé K2 a neteče proud do cívky Y1. Rozvaděč se přestaví do původní polohy a pneumotor se také vrací od původní polohy. Při opětovném přiblížení kovového dílu se celý cyklus opakuje.

7.2 Lepení

Popis úlohy: tato úloha slouží pro slepení dvou dílů v jeden celek. Tuto aplikaci by bylo možné využít i pro lisování. V tom případě by bylo vhodné doplnit tento obvod bezpečnostními prvky pro bezpečí obsluhy při práci.



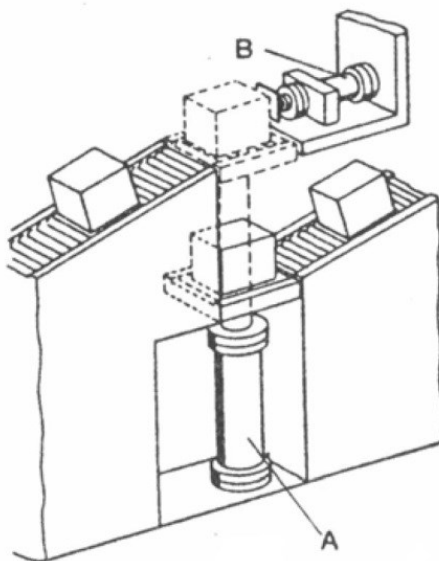
Obrázek 7.2: Náčrt lepícího zařízení

Schéma zapojení lepení v simulačním programu FluidSim se nachází v příloze č. 4.

Funkce úlohy: vysouvání pneumotoru je realizováno pomocí spínače S1. Po stisku tohoto tlačítka signál putuje do relé K3, poté přes spínací prvek do relé K4 pomocí kterého začne protékat do cívky Y1 proud. Následuje přenastavení rozvaděče a vysouvání pneumotoru do maximálního vysunutí. Po dosažení této pozice elektromagnetický snímač B2 sepne relé K2, pomocí něhož je sepnut časovač K5. Zároveň je tento impuls čítán na čítači K6. Po uplynutí časového intervalu na K5 je toto relé aktivní a zajistí průtok proudu do cívky Y2. Tato cívka přestaví rozvaděč a dochází k zasunutí pneumotoru od pozice B1. Elektromagnetický snímač B1 slouží k ochraně proti nedovolenému vysunutí pístu pneumotoru. Zabraňuje vysunutí pístu při jeho zasouvání. Píst musí být plně zasunut, aby mohl dojít k jeho opětovnému vysunutí. Přídavný rozvaděč slouží pro zpomalení vysouvání pístnice. Tuto možnost lze využít při nutnosti velmi plynulého dosednutí lepených součástí a pístnice. Toto zpomalení je realizováno pomocí přídavného škrcení. K přestavení přídavného rozvaděče dochází pomocí tlačítka S2, relé K7 a cívky Y3.

7.3 Pásový dopravník

Popis úlohy: pásový dopravník slouží pro dopravu materiálu z bodu A do bodu B. V tomto případě je řešeno předávání materiálu mezi dvěma dopravníky s výškovým rozdílem.



Obrázek 7.3: Vizualizace pásového dopravníku [KOPÁČEK, J. 2005]

Schéma zapojení pásového dopravníku v simulačním programu FluidSim se nachází v příloze č. 5.

Funkce úlohy: tento pásový dopravník pracuje ve třech režimech. První režim je manuální, kdy je dopravník řízen obsluhou. Zvednutí materiálu ze spodního dopravního na vrchní je řešeno pomocí tlačítka S1. Přes tlačítko S1 putuje signál do relé K1, pomocí něhož protéká proud do cívky Y1 a dochází k přestavení rozvaděče R1. Pneumotor A se začne vysouvat. Jeho dosažení maximálního vysunutí je rozpoznáno pomocí elektromagnetického snímače A2, který přes relé K2 umožní protékat proudem do cívky Y3. Tato cívka přestaví rozvaděč R2, což umožní vysouvání pneumotoru B. Pneumotor B vysune materiál na vrchní dopravník. Vysunutí materiálu na dopravník je rozpoznáno pomocí elektromagnetického snímače B2. Tento snímač aktivuje časové relé K3. Po uplynutí časového intervalu je proud umožněno protékat do cívky Y2. Dochází k přestavení rozvaděče R1 a zasunutí pneumotoru A. Po zasunutí je pomocí elektromagnetického snímače A1 umožněno proudem protékat do cívky Y4, a tím přestavení rozvaděče R2 a zasunutí pneumotoru B.

Dále obsahuje režim poloautomatický. V tomto režimu se předpokládá s pravidelným přísunem materiálu. Spouštění se provádí pomocí tlačítka S1 a zajištěním spínačem S2. Dále se opakuje celý cyklus jako u režimu manuálního. Na konci cyklu je pomocí elektromagnetických

snímačů A1, B1 aktivováno časové relé K6, které po uplynutí časového intervalu umožní protékat elektrickému proudu do cívky Y1, a celý cyklus se opakuje. Hodnota časového intervalu v časovém relé K6, určuje vzdálenosti mezi jednotlivými materiály na dopravníku.

Třetí režim je plně automatický režim. U tohoto režimu není zapotřebí žádných tlačítek. Optický snímač S nahrazuje tlačítko S1. Při aktivaci snímače S putuje signál do relé K1, a celý cyklus se provádí, jak je popsáno u režimu manuálního.

7.4 Značkovač

Popis úlohy: toto zapojení může v procesu výroby automobilů sloužit pro vyražení loga výrobce do hliníkových desek. Hliníkové desky jsou umístěny v zásobníku. Pneumatorem A jsou z tohoto zásobníku odebírány, pneumatorem B dochází k vyražení loga a pneumatorem C k odsunutí hliníkové desky do sběrače.

Schéma zapojení značkovače v simulačním programu FluidSim se nachází v příloze č. 6.

Funkce úlohy: značkovač může pracovat ve dvou režimech: manuální, automatický. Manuální se spouští tlačítkem S2, automatický spínačem S1. Optický snímač S slouží pro zjištění stavu zásobníku. V případě prázdného zásobníku tento snímač nedovolí spuštění běhu obvodu.

Manuální režim se spouští pomocí tlačítka S2. Signál směřuje přes spínače K1, K7, K14, které jsou sepnuty do elektromagnetického snímače A1. Tento spínač je také sepnut, protože pneumotor A je zasunut. Relé K2 umožní proudu protékat přes cívku Y1. Tímto se přestaví rozvaděč R1 a pneumotor A se začne vysouvat. Po vysunutí pneumotoru A je pomocí elektromagnetického snímače A2 sepnuto relé K3, které umožní protékat proudu do cívky Y3. Dochází k přestavení rozvaděče R2 a vysouvání pístu pneumotoru B. Po vysunutí pístu pneumotoru B je tento stav indikován elektromagnetickým snímačem B2, který umožní přes relé K4, K6 protékat proudu do cívky Y4, Y2 pro přestavení rozvaděče R2, R1 do původní polohy. Dále přes relé K9 a pomocí K10 je spuštěno časové relé K11. Toto časové relé je v obvodu bezpečného zasunutí pístnice pneumotoru B, a až poté dochází k vysunutí pístnice pneumotoru C. Toto vysunutí je realizováno přes časové relé K11, které umožní proudu protékat do cívky Y5. Nastane přestavení rozvaděče R3 a vysouvání pneumotoru C. Po vysunutí pneumotoru C je elektromagnetickým snímačem C2 přes relé K12 rozpojen obvod pro časové relé K11 a pomocí relé K13 spojeného s cívkou Y6 dochází k přestavení rozvaděče R3 do původní polohy. Elektromagnetické snímače C1, B1 slouží pro indikaci koncových poloh pneumotorů C, B a zaručují přesný cyklus u tohoto obvodu. Přes spínače K7, K14 zajišťují rozpojení nebo spojení obvodu pro proběhnutí nového cyklu.

8 Návrh a realizace elektronického panelu

Elektronický panel byl navržen pro ovládání a řízení elektropneumatických prvků, možnost vizualizace úloh na PC a řízení akčních členů pomocí PC a mikroprocesoru. Tento panel je umístěn na výukový stůl Festo Didactic. Obsahuje tyto komponenty: napájecí konektorovou síť (+24 V, 0 V), tlačítka, relé, časová relé, čítače, kontrolní LED diody, analogové vstupy a výstupy, konektor CAN37 a konektor USB. Mezi jeho přednosti s porovnáním s výrobkem od firmy Festo patří: připojení mikroprocesoru Arduino MEGA2560, připojení k PC pomocí USB, možnost vizualizace navržených úloh na PC, ovládání prvků na panelu pomocí mikroprocesoru a PC, ovládání akčních členů přes mikroprocesorovou jednotku, připojení analogových signálů, vše se nachází na jednom panelu, přesné nastavení zpoždění na časových relé.

8.1 Komponenty pro elektronický panel

Na elektronický panel byly vybrány a pořízeny komponenty z českých obchodů, ale i ze zahraničí.

8.1.1 Tlačítka

Tlačítka jsou použita od firmy Moeller s označením M22-DL-G. Tlačítka jsou dostatečně robustní a mají kvalitní zpracování. Na panelu je použito jedno tlačítko bez aretace a dvě s aretací.



Obrázek 8.1: Tlačítko M22-DL-G [EATON-MOELLER]

Pro tyto tlačítka je nutné použít spínací jednotku M22-K01 a upevňovací adaptér M22-A. Do upevňovacího adaptéru lze umístit až tři spínací jednotky pro ovládání více komponent.



Obrázek 8.2: Spínací jednotka M22-K01, upevňovací adaptér M22-A [EATON-MOELLER]

Tabulka 8.1: Parametry tlačítka, upevňovacího adaptéru, spínací jednotky

Parametry tlačítka	
Výška [mm]	29
Krytí	IP67
Barva	zelená
Průměr [mm]	29,7
Parametry upevňovacího adaptéru	
Výška [mm]	40,8
Šířka [mm]	30
Krytí	IP20
Parametry spínací jednotky	
Výška [mm]	71
Šířka [mm]	30
Jmenovitý pracovní proud	DC-24V, 3A
Krytí	IP20
Barva	černá

8.1.2 Cívky relé

U elektronického panelu jsou použity dva druhy relé. Ovládací a hlavní. Ovládací slouží pro ovládání hlavního relé. Ovládací relé je řízeno pomocí mikroprocesoru Arduino MEGA2560 přes jeho výstupní piny. Relé je napájeno 5 V, protože tímto napětím disponuje na výstupních pinech Arduino a k němuž budou tyto cívky relé připojeny. Ovládací relé je použito od výrobce Takamisawa s označením FTR-F3AA005E.



Obrázek 8.3: Ovládací relé FTR-F3AA005E [TAKAMISAWA]



Obrázek 8.4: Hlavní relé N4100CH3DC24AC [FORWARD RELAYS]

Tabulka 8.2: Parametry ovládacího relé

Parametry ovládacího relé	
Parametry cívky	
U [V]	5
R [Ω]	125
P [W]	0,2
Parametry kontaktu	
Typ	1x spínací
Max. proud kontaktem [A]	5
Čas přitahu/odtahu [ms]	10/10

Hlavní relé je určeno pro spínání elektropneumatických prvků, proto jeho napájecí napětí je na úrovni 24 V. Jeho svorky na cívku i kontakt jsou vyvedeny na čelní panel. Výrobce tohoto relé je Forward Relays s typovým označením N4100CHS3DC24AC.

Tabulka 8.3: Parametry hlavního relé

Parametry hlavního relé	
Parametry cívky	
U [V]	24
R [Ω]	2880
P [W]	0,2
Parametry kontaktu	
Typ	1x přepínací
Max. proud kontaktem [A]	5
Čas přitahu/odtahu [ms]	5/5

8.1.3 LED diody

Červené LED diody na panelu slouží pro indikaci sepnutí hlavního relé. Zelené LED diody slouží jako kontrolní pro použití při zapojení elektropneumatického obvodu, zda je v místě zapojení napětí.



Obrázek 8.5: LED dioda [GME]

Výpočet předřadného rezistoru

Před LED diodu je nutné umístit rezistor správné velikosti, aby nemohlo dojít k poškození LED diody. Nejprve se spočte napětí na rezistoru (8.1) a poté samotná velikost odporu rezistoru (8.2). Po vypočtení byl rezistor vybrán z řady E6 o hodnotě 3,3 k Ω .

$$U_R = U_Z - U_D = 24 - 2 = 22 \text{ V} \quad (8.1)$$

$$R = \frac{U_R}{I_D} = \frac{22}{0,007} = 3142,85 \Omega \quad (8.2)$$

Kde je:

U_R – napětí na rezistoru,

U_Z – napětí zdroje,

U_D – napětí na diodě,

I_D – proud protékající diodou,

R – hodnota rezistoru.

8.1.4 Časová relé

Časové relé slouží pro zpoždění signálu na výstupu časového relé při příchodu signálu na vstup. V panelu jsou použita dvě časová relé s různými časovými rozsahy pro nastavení zpoždění. Relé lze nastavovat v rozsahu 0,1 - 99,9 sekund (typ ASY-3D) a 1 - 99 minut (typ ASY-2D). Čas zpoždění lze jednoduše nastavit na čelním panelu pomocí tlačítek. Při zapnutí relé se aktuální čas do zpoždění zobrazuje na sedmsegmentových displejích a kontrolní dioda informuje pomocí blikání o funkčnosti relé. Výrobce relé je firma Amico.



Obrázek 8.6: Časové relé ASY-3D [AMAZON, 2014]



Obrázek 8.7: Časové relé ASY-2D [AMAZON, 2014]

Tabulka 8.3: Parametry časových relé

Parametry časových relé	
Napájecí napětí	AC/DC 24V
Frekvence napětí	50/60 Hz
Zatížitelnost kontaktů	AC 220V, 5A
Rozměry (d x š x v) [mm]	60 x 48 x 68

Pro připojení kabeláže k časovému relé slouží patice, která se nasune na kontakty relé z jeho zadní strany. Umožňuje, tak jednoduchou montáž nebo demontáž. Patice nese označení PF-083A, taktéž od firmy Amico.



Obrázek 8.8: Patice pro připojení kabeláže [AMAZON, 2014]

8.1.5 Čítač

Pomocí čítače lze čítat, kolikrát proběhl cyklus zapojené elektropneumatické úlohy. Čítač obsahuje sedmissegmentový displej, na kterém se zobrazuje počet proběhnutých impulsů. Tlačítkem RESET lze čítač vynulovat. Čítač má označení Amico JDM11-6H.



Obrázek 8.9: Čítač JDM11-6H [AMAZON, 2014]

Tabulka 8.4: Parametry čítače

Parametry čítače	
Napájecí napětí	DC 24V
Rozsah čítače	0-999999
Rozměry (d x š x v) [mm]	56 x 40 x 86

8.1.6 Konektor CAN37 a USB

Na konektor CAN37 jsou vyvedeny ovládací piny pro ovládací relé, a piny pro indikaci sepnutí hlavního relé. Pomocí konektoru CAN37 lze tyto signály vyvést pro další použití jak pro řízení panelu nebo indikaci stavu panelu.

Na konektor USB je připojeno Arduino MEGA2560 pro připojení k PC a následnému řízení nebo vizualizaci ve vizualizačním programu na PC pro indikaci stavu panelu.



Obrázek 8.10: Konektor CAN37 a USB [GME, BULGIN]

8.1.7 Přístrojová zdířka

K propojení elektropneumatických prvků a prvků na panelu slouží přístrojová zdířka. Nachází se na panelu v různých barevných provedeních. Červená a modrá je určena pro napájení, černá je propojovací u jednotlivých prvků, žlutá a zelená pro analogové vstupy a výstupy.



Obrázek 8.11: Přístrojová zdířka 4mm [AMASS]

Tabulka 8.5: Parametry přístrojové zdířky

Parametry přístrojové zdířky	
Napětí AC/DC [V]	1000
Proud [A]	24
Přechodový odpor [mohm]	5
Průměr zásuvky [mm]	4

8.1.8 Páčkový přepínač

Páčkovým přepínačem se přepínají režimy mezi řízením relé pomocí mikroprocesoru Arduino nebo použitím panelu bez řízení pomocí MCU.



Obrázek 8.12: Páčkový přepínač [GME]

Tabulka 8.6: Parametry páčkového přepínače

Parametry páčkového přepínače	
Jmenovité napětí [V]	120/250
Jmenovitý proud [A]	5/2
Typ kontaktů	přepínací

8.1.9 Arduino MEGA2560

Arduino slouží pro ovládání ovládacích cívek relé a indikaci sepnutí hlavních relé. Další možnosti využití je např. vizualizace panelu na PC, měření analogových veličin, připojení k PC, přenos a zpracování dat v PC, ovládání akčních členů.

Arduino Mega 2560 je vývojová deska založená na ATmega2560. Má 54 digitálních vstupů / výstupů pinů (z toho je 14 použitelných jako výstupy PWM), 16 analogových vstupů,

4 UART, 16 MHz krystalový oscilátor, připojení pomocí USB, napájecí konektor, konektor IKSP, a resetovací tlačítko.



Obrázek 8.13: Arduino MEGA2560 [ARDUINO MEGA2560]

Tabulka 8.9: Parametry Arduina

Parametry Arduino MEGA2560	
MCU	ATmega2560
Pracovní napětí [V]	5
Vstupní napětí [V]	7-12
I/O piny	54
Analogové vstupy	16
DC proud na pin [mA]	40
Flash paměť [kB]	256
SRAM [kB]	8
EEPROM [kB]	4
Krystal [Mhz]	16

8.2 Návrh a výroba elektronického panelu

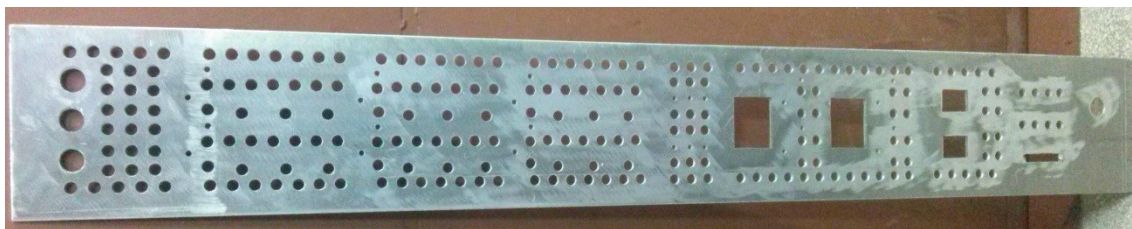
V kapitole je popsán postup výroby panelu a potřebných DPS. DPS slouží k osazení cívek relé, která jsou připojena k panelu.

8.2.1 Čelní panel

Čelní potisk panelu se schématickým znázorněním pro snadnější orientaci při zapojování byl navržen v programu CorelDRAW 12. Tento panel byl vytištěn na plotteru na samolepící fólii, která je nalepena na hliníkový plech o tloušťce 4 mm. Rozměry panelu jsou 161 mm x 1401 mm. Obrázek s panelem se nachází v příloze č. 7.: Elektronický panel – fólie.

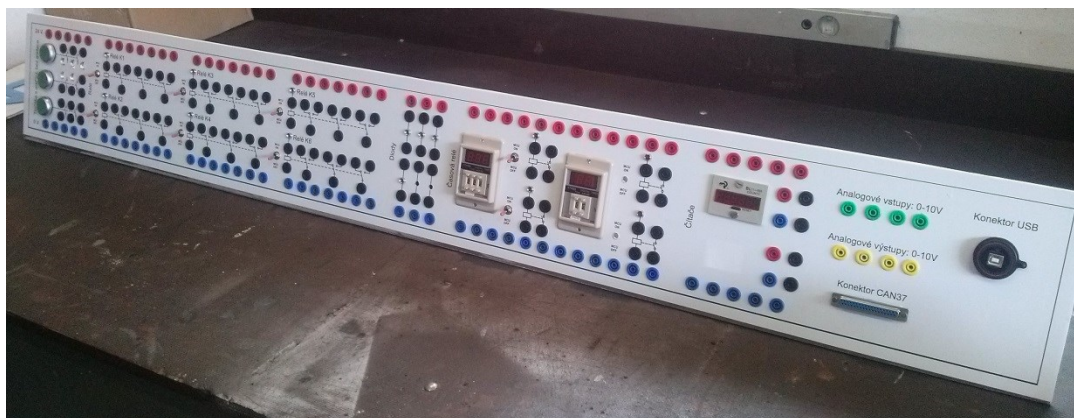
Návrh a realizace elektronického panelu

Základem panelu je hliníkový plech o tloušťce 4 mm. Před nalepením fólie bylo nutné provést vrtání děr dané velikosti pro jednotlivé komponenty k jejich osazení do plechu. Plech byl ošetřen od otřepů a ostrých hran, aby nemohlo dojít k poranění nebo poškození komponentů při montáži nebo následném používání. Plech je i ošetřen smirkovým kotoučem pro hladký povrch.



Obrázek 8.14: Panel po navrtání

Před samotným lepením fólie byla lepená plocha očištěna a odmaštěna. Poté byla fólie nalepena. Při lepení fólie je nutné postupovat pomalu, aby se nevytvářely bubliny a fólie dosedala k plechu na všech místech. Po nalepení byl osazen panel komponenty.



Obrázek 8.15: Panel po osazení – přední strana



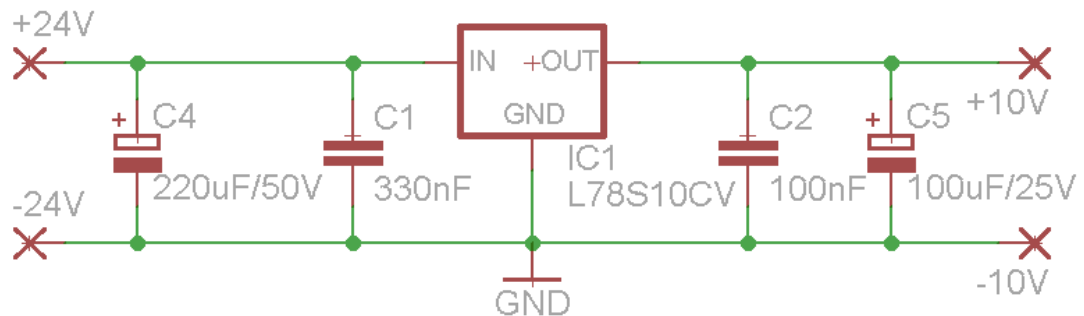
Obrázek 8.16: Panel po osazení – zadní strana

8.2.2 Desky plošných spojů

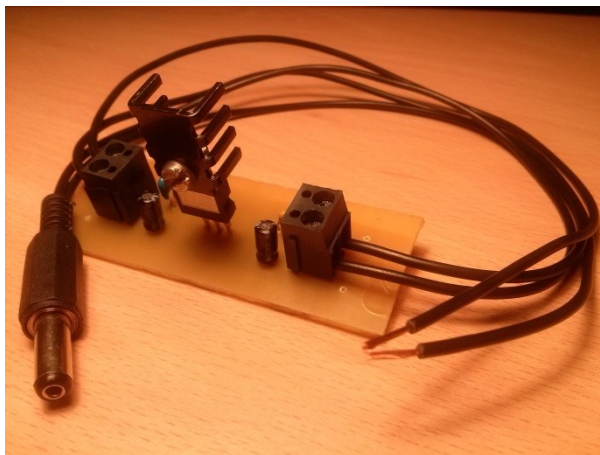
DPS byly navrženy pro možnost zobrazování stavů pomocí LED diod, připojení spínacích prvků - cívek relé, připojení k mikroprocesoru a přizpůsobení napěťových úrovní. Pro návrh desek plošných spojů byl použit program Eagle 6.5.0.

Deska plošného spoje – stabilizátor napětí

Tato deska plošného spoje je navržena pro napájení mikroprocesoru Arduino MEGA2560. Elektronický panel používá standardní průmyslové napájení 24 V, proto bylo nutné tuto hodnotu snížit pomocí stabilizátoru napětí na hodnotu 10 V. Blokovací kondenzátory C1, C2 slouží jako krátkodobé zdroje energie při rychle změně zatěžovacího proudu obvodu. Než na tuto změnu zareaguje zdroj, kondenzátory se vybíjejí a částečně kompenzují krátké snížení proudu. Hodnoty těchto kondenzátorů udává výrobce. Kondenzátory C4, C5 slouží pro filtraci napětí. Deska plošného spoje se nachází v příloze č. 8.: DPS – stabilizátor napětí.

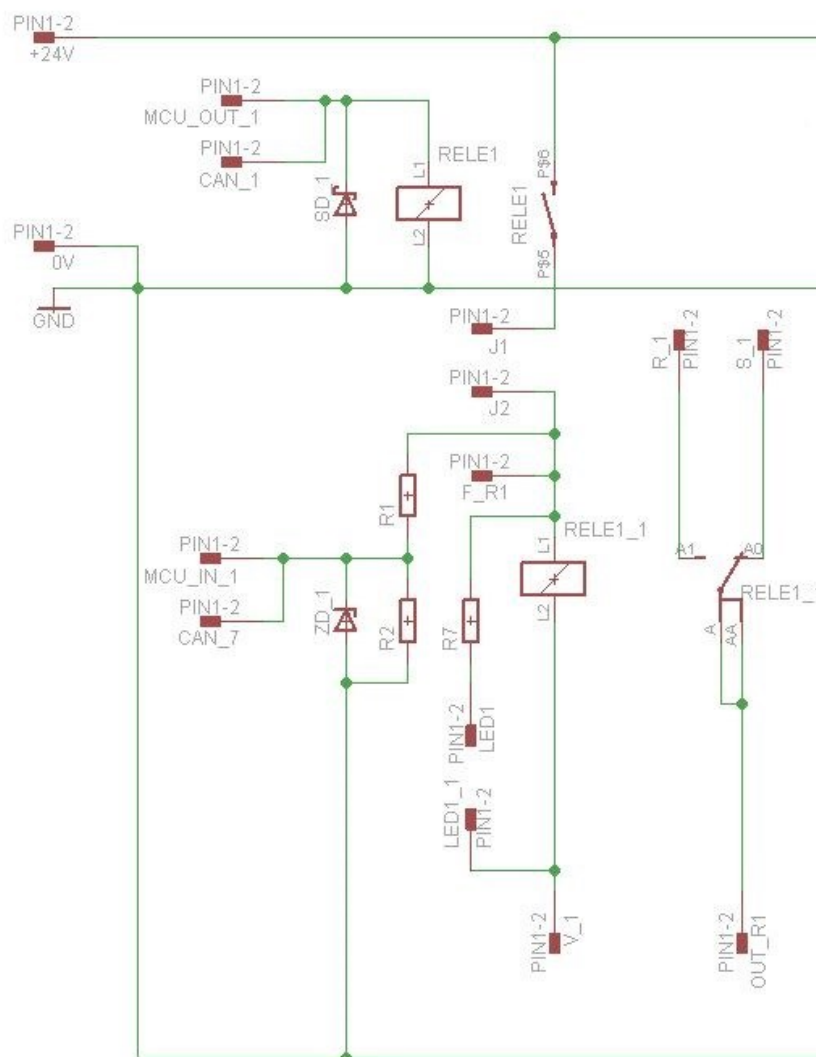


Obrázek 8.17: Schématické zapojení stabilizátoru napětí



Obrázek 8.18: Vytvořená DPS stabilizátoru napětí

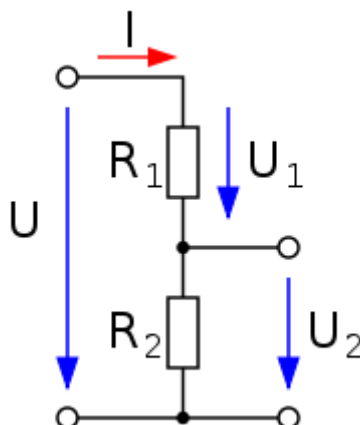
Deska plošného spoje pro připojení cívek relé



Obrázek 8.19: Ukázka elektrického zapojení jednotlivých cívek relé

Deska plošného spoje cívek relé je osazena ovládacím relé (RELE1), které je řízeno pomocí MCU přes pin MCU_OUT_1. Toto relé lze ovládat i přes konektor CAN37 na pinu CAN_1. K pinům J1, J2 je připojen páčkový přepínač. Piny F_R1, V_1 jsou ovládací piny obvodu cívky hlavního relé a jsou vyvedeny na čelní panel. Pin S_1 je sepnutý kontakt při nečinnosti relé a pin R_1 se spíná při aktivaci obvodu cívky. OUT_R1 je společný výstupní pin obvodu kontaktu relátka. Piny LED1_1, LED1 slouží pro připojení LED diody pro indikaci sepnutí relé. Pin MCU_IN_1 je určen pro vyvedení do MCU pro indikaci sepnutí hlavního relé. Bylo nutné snížit napětí úroveň pomocí napětěvého děliče (vzorec 8.3) z hodnoty 24 V na napětí 5 V, s kterým pracuje MCU. Sepnutí hlavního relé lze také indikovat na konektoru CAN37 pod označením CAN_7. Zenerova dioda ZD_1 slouží pro stabilizaci napětí při velké změně velikosti odebíraného proudu. V tomto případě zapojení spíše slouží jako omezovač napětěových špiček. Schottkyho

dioda SD_1 slouží pro usměrnění napětí z MCU. Celé schéma reléové desky plošného spoje je přiloženo v příloze č. 10.: Schématické zapojení – relé. Všechny zbývající zapojení se shodují s výše popsáním, jen s jinými indexy. Deska plošného spoje se nachází v příloze č. 9.: DPS – relé.



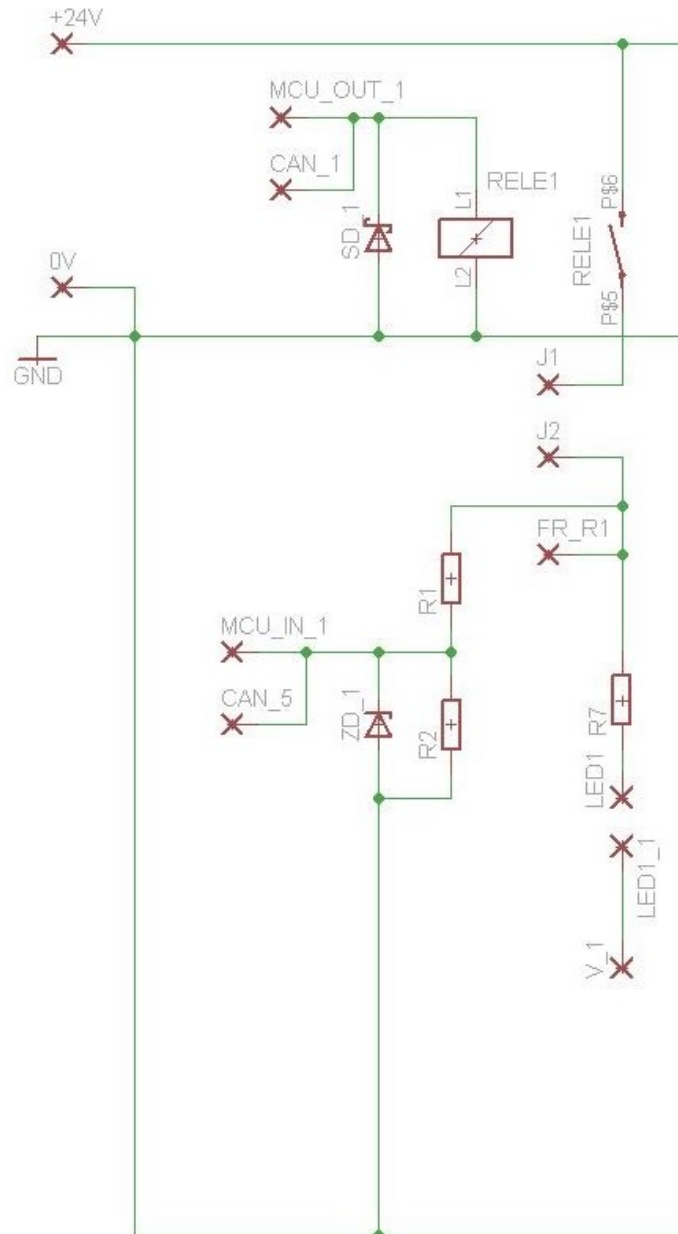
Obrázek 8.20: Dělič napětí z úrovně 24 V na úroveň 5 V

$$U_2 = U \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (8.3)$$

Kde je:

- U – napájecí napětí 24 V,
- U₂ – napětí na výstupu 5 V,
- R₁ – hodnota rezistoru,
- R₂ – hodnota rezistoru.

Deska plošného spoje – časová relé



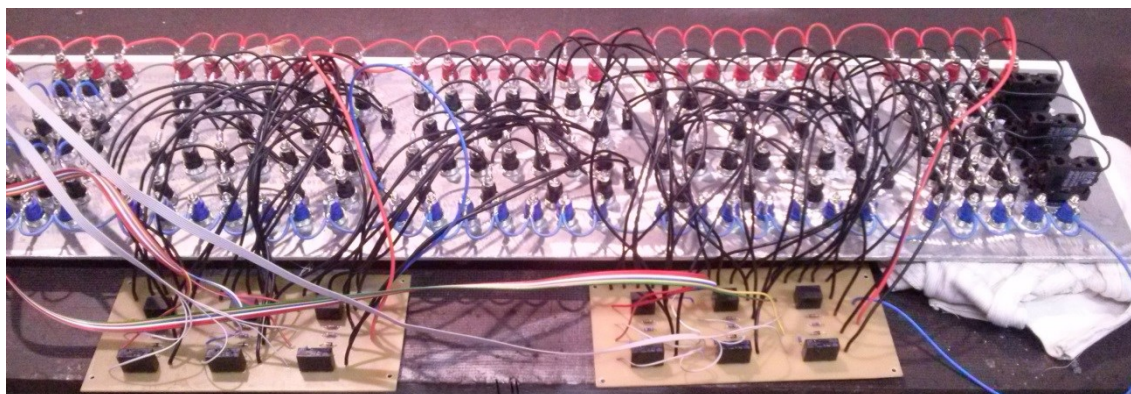
Obrázek 8.21: Ukázka elektrického zapojení jednotlivých časových relé

Deska plošného spoje časového relé je osazena ovládacím relé (RELE1), které je řízeno pomocí MCU přes pin MCU_OUT_1. Toto relé lze ovládat i přes konektor CAN37 na pinu CAN_1. K pinům J1, J2 je připojen páčkový přepínač. Piny F_R1, V_1 jsou ovládací piny obvodu cívky hlavního relé a jsou vyvedeny na čelní panel. Piny LED1_1, LED1 slouží pro připojení LED diody pro indikaci sepnutí relé. Pin MCU_IN_1 je určen pro vyvedení do MCU pro indikaci sepnutí hlavního relé. Bylo nutné snížit napěťovou úroveň pomocí napěťového děliče (7.3) z hodnoty 24 V na napětí 5 V s kterým pracuje MCU. Sepnutí hlavního relé lze také indikovat na konektoru CAN37 pod označením CAN_7. Zenerova dioda ZD_1 slouží pro stabilizaci napětí

při velké změně velikosti odebíraného proudu. V tomto případě zapojení spíše slouží jako omezovač napěťových špiček. Schottkyho dioda SD_1 slouží pro usměrnění napětí z MCU. Celé schéma reléové desky plošného spoje je přiloženo v příloze č. 11.: Schématické zapojení – časová relé. Všechny zbývající zapojení se shodují s výše popsaným, jen s jinými indexy. Deska plošného spoje se nachází v příloze č. 12.: DPS – časová relé.

Tabulka 8.10: Seznam součástek desky časového relé

Seznam součástek		
Název	Označení	Hodnota
Rezistor	R1	91k Ω
Rezistor	R2	24k Ω
Rezistor	R7	3,3k Ω
Schottkyho dioda	SD_1	BAT48
Zenerova dioda	ZD_1	BZX85V005.1
Ovládací relé	RELE1	FTR-F3AA005E



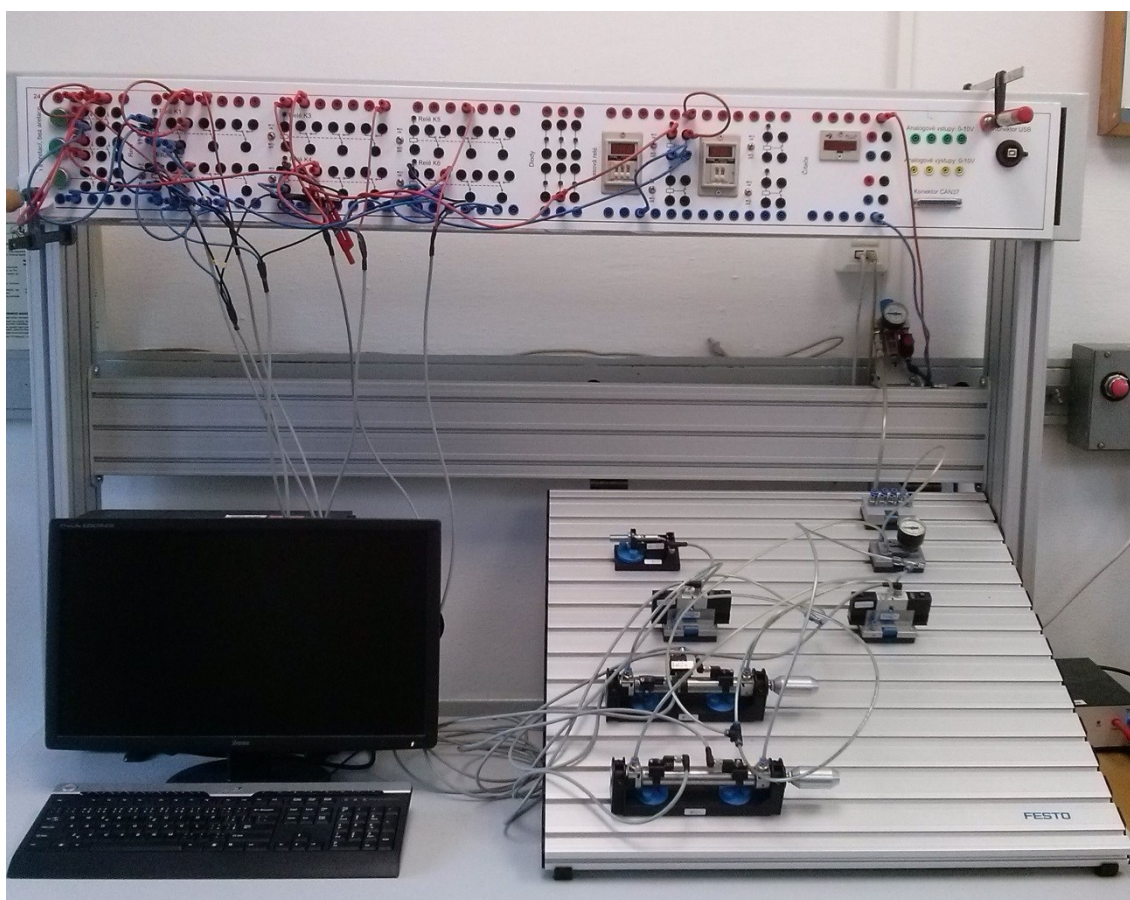
Obrázek 8.22: Připojení desek plošných spojů k panelu pomocí kabeláže

8.3 Ověření funkčnosti elektronického panelu

Po uvedení panelu do provozu byla ověřena funkce každého prvku zvlášť. Celý panel funguje bez jakéhokoliv omezení. Na přiloženém CD se nachází demonstrační video, na kterém je zachyceno fungování vybrané a realizované úlohy „Pásový dopravník“.



Obrázek 8.23: Ověření funkčnosti časových relé a čítače



Obrázek 8.24: Výukový stůl Festo Didactic s elektronickým panelem

9 Závěr

V úvodu bakalářské práce jsou popsány výhody, nevýhody, parametry a vlastnosti stlačeného vzduchu a využití tohoto média v automatizační technice. Dále jsou popsány pneumatické, elektro-pneumatické prvky a jejich kombinace při vytváření elektro-pneumatických úloh. Využití pneumatických systémů v automobilech má hojně využití. Mezi nejčastější patří: odpružení sedačky řidiče automobilu, odpružení a tlumení kol automobilu, brzdový systém automobilu a v neposlední řadě využití jako pohon automobilu. Nasazení pneumatických systémů ve výrobě je také velmi rozšířené, a proto je bakalářská práce na tyto úlohy rovněž zaměřena. V tomto případě se používají jako řídicí mechanismus pro ovládání silových mechanismů.

V praktické části bakalářské práce obsahují kapitoly návrh elektro-pneumatických úloh se zaměřením na využití v automobilech a v procesu výroby automobilů. Navržené úlohy a jejich funkce byly nejdříve simulačně ověřeny v prostředí FluidSim. Poté byly fyzicky realizovány na výukovém stole Festo Didactic. Reálná zapojení úloh odpovídala simulačním testům. Dále návrh a realizace elektronického panelu. Elektronický panel slouží pro ovládání a řízení elektropneumatických prvků. Pomocí něj lze vytvořit výukové úlohy. Tento panel je umístěn na výukový stůl Festo Didactic. Mezi hlavní výhody oproti panelu od firmy Festo patří: umístění všech prvků na jednom panelu, možnost připojení mikroprocesoru, který je možné dále připojit k PC pro vizualizaci a ovládání jednotlivých prvků přes PC. U časových relé lze nastavit přesný čas zpoždění, zatímco u Festo je umístěn pouze potenciometr bez jakéhokoliv indikátoru o nastavení zpoždění.

Cílem navržených elektro-pneumatických úloh a elektronického panelu, v případě nasazení do výuky, je seznámit studenty s reléovou logikou a jejími možnostmi a využitím v automatizační technice. Navržené úlohy také mohou posloužit pro ověření teoretických znalostí, které studenti získají v průběhu studia.

Bakalářská práce řeší jak část teoretickou, kde je seznámení s elektro-pneumatikou a výrobky firmy Festo, tak část praktickou sestávající se z návrhu elektro-pneumatických úloh, simulačního ověření a reálného zapojení na stolech Festo, tak z tvorby elektronického panelu, což obnášelo návrh panelu, návrh potisku panelu v programu CorelDRAW, návrh a tvorbu DPS v programu Eagle, pořízení komponentů pro panel, pájením součástek na desky plošných spojů, broušení, vrtání, osazení panelu a ověření funkčnosti panelu.

Na příloženém CD jsou uložena všechna potřebná data, týkající se návrhu a realizace navržených úloh a také elektronického panelu.

Použitá literatura

AJP-tech spol. s r.o. [online]. [cit. 2014-01-29] Dostupné z WWW stránek <<http://www.ajptech.cz/>>.

AMASS. [online]. [cit. 2014-05-15] Dostupné z WWW stránek <<http://czamass.manufacturer.globalsources.com/>>.

AMAZON. [online]. [cit. 2014-05-15] Dostupné z WWW stránek <<http://www.amazon.de/>>.

ARDUINO MEGA2560. [online]. [cit. 2014-05-15] Dostupné z WWW stránek <<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560/>>.

BULGIN. [online]. [cit. 2014-05-15] Dostupné z WWW stránek <<http://www.bulgin.co.uk/>>.

EAGLE. [online]. [cit. 2014-05-15] Dostupné z WWW stránek <http://paja-trb.cz/eagle/eagle_navod_2.html/>.

EATON-MOELLER. [online]. [cit. 2014-05-15] Dostupné z WWW stránek <<http://www.eatonelektrotechnika.cz/>>.

FESTO. [online]. [cit. 2014-01-29] Dostupné z WWW stránek <http://www.festo.com/cms/cs_cz/index.htm>.

FORWARD RELAYS. [online]. [cit. 2014-05-15] Dostupné z WWW stránek <<http://www.en.forward-relays.com/>>.

GRAMMER. [online]. [cit. 2014-01-29] Dostupné z WWW stránek <<http://www.grammer.com/>>.

JUN-AIR. [online]. [cit. 2014-01-29] Dostupné z WWW stránek <<http://www.jun-air.com/>>.

KOPÁČEK, J. 1996. *Pneumatické mechanismy. Díl I. Pneumatické prvky a systémy.* Skripta VŠB-TUO Ostrava, 1996. 265 s. ISBN: 80-7078-306-0.

KOPÁČEK, J. 2005. *Pneumatické mechanismy. Díl II. Řízení pneumatických systémů.* Skripta VŠB-TUO Ostrava, 2005. 88 s. ISBN: 80-7078-498-9.

NEVRLÝ, J. 2003. *Modelování pneumatických systémů.* VUT Brno, Fakulta strojního inženýrství, 2003, 183 s. ISBN 80-7204-300-5.

SIMULAČNÍ PROSTŘEDÍ FLUIDSIM. [online]. [cit. 2013-11-01] Dostupné z WWW stránek <http://www.fluidsim.de/fluidsim/index4_e.htm/>.

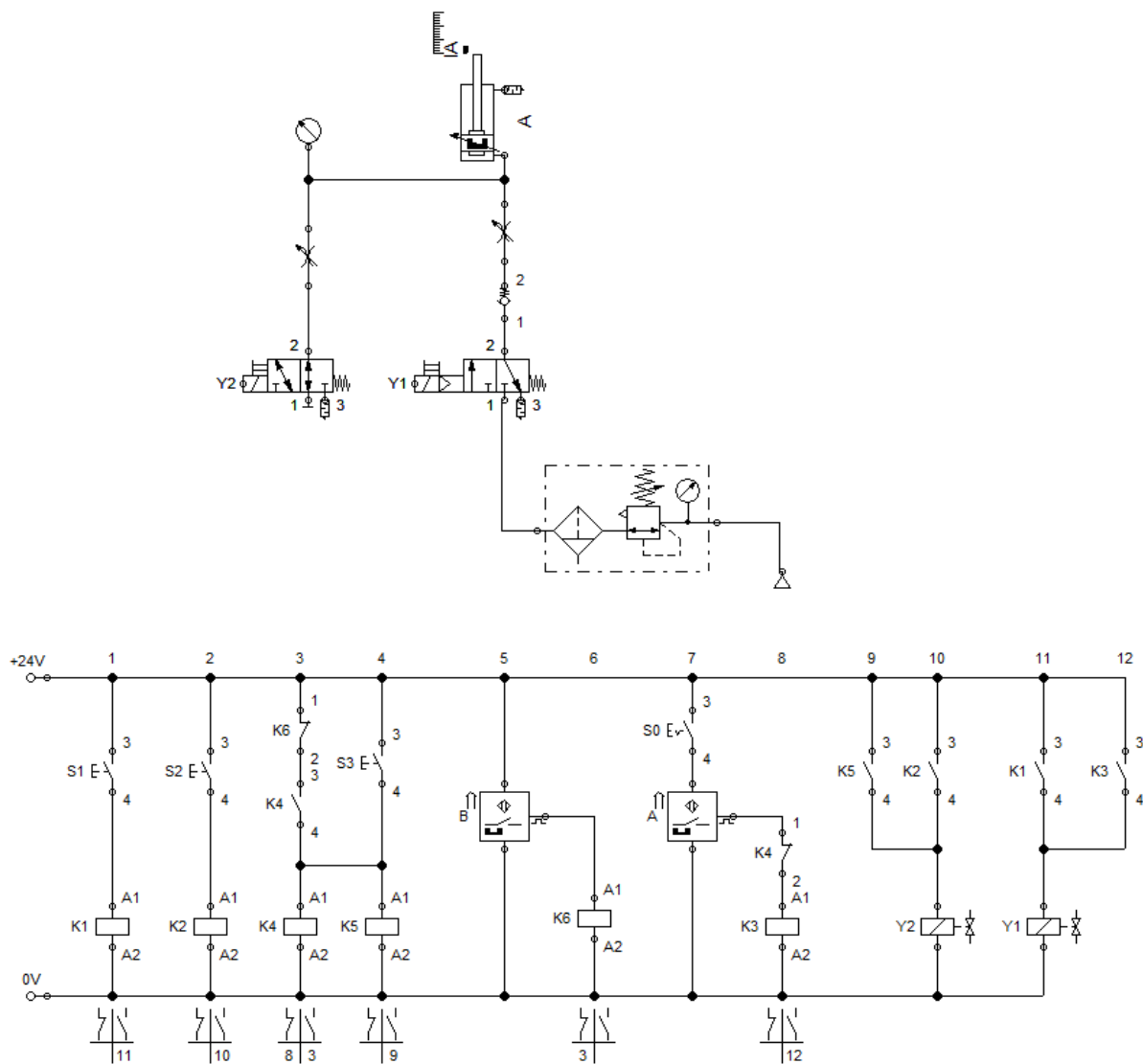
SJF-TUKE, Strojnická fakulta TU v Košiciach. [online]. [cit. 2014-01-09] Dostupné z WWW stránek <<http://www.sjf.tuke.sk/>>.

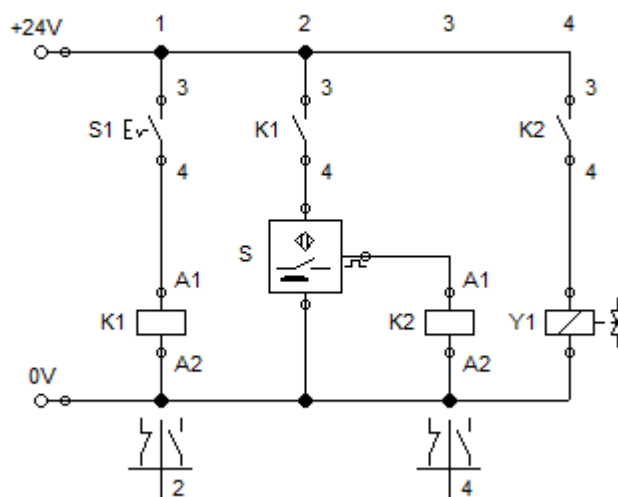
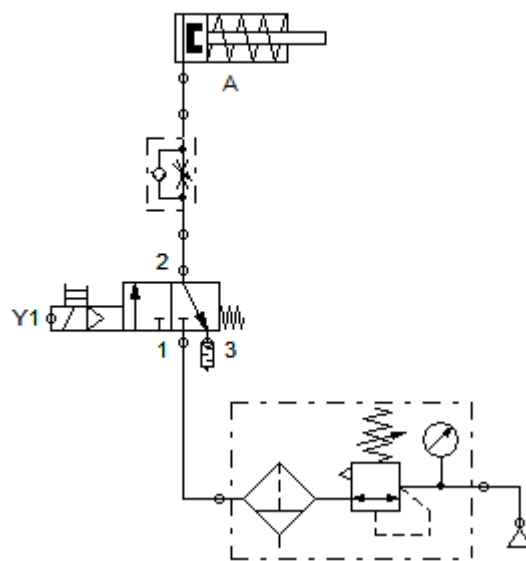
TAKAMISAWA. [online]. [cit. 2014-05-15] Dostupné z WWW stránek <<http://www.rele.info/>>.

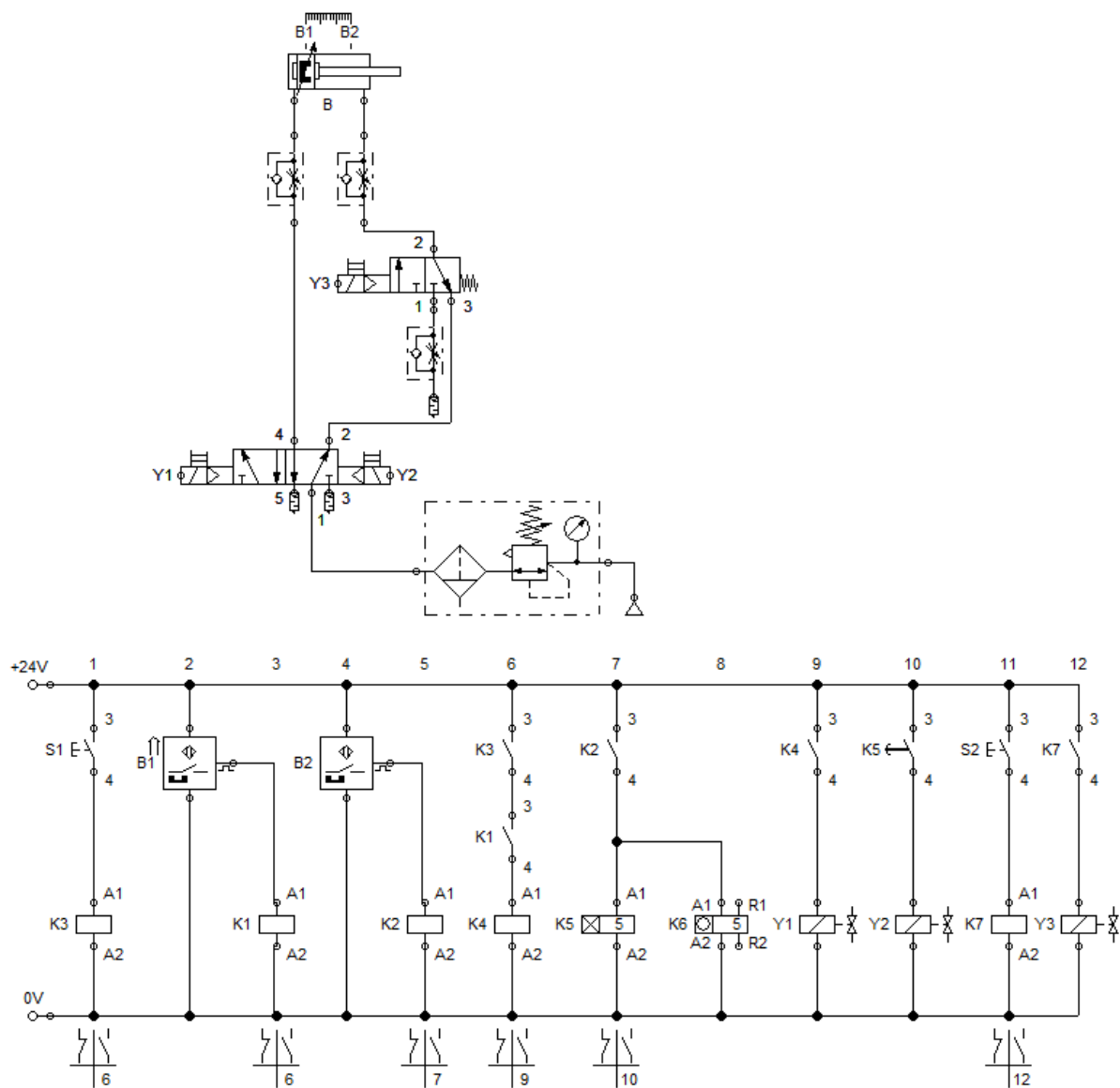
Seznam příloh

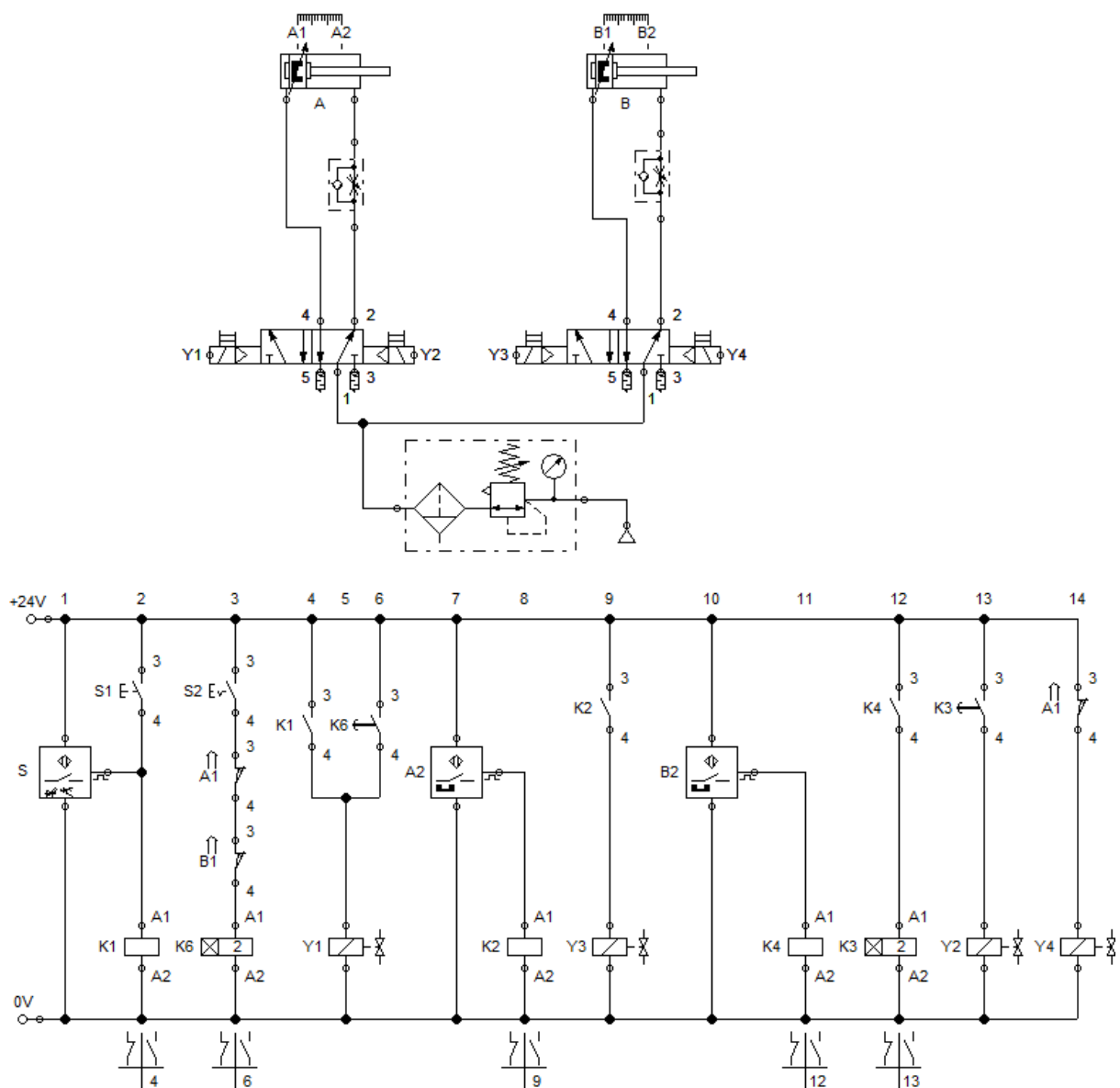
Příloha č. 1.: Tabulka prvků v laboratoři

Číslo	Název	Označení Festo Didactic
1	Plastová hadice	151496
2	Tlakový ventil s filtrem	540691
3	Škrťící ventil s jednostranným ventilem	539773
4	Rozvodový blok	152896
5	Induktivní snímač	178574
6	Magnetický snímač	531145
7	Kapacitní snímač	187575
8	Optický snímač	178577
9	Jednočinný motor	152887
10	Dvojjčinný motor	152888
11	Časově ovládaný spínač	540694
12	Elektrický rozvaděč	162242
13	Časové relé	162243
14	Relé	162241
15	Čítač cyklů	162355
16	Rozvaděč 3/2, pneumaticky ovládan	539768
17	Ventilové hradlo OR	539771
18	Rozvaděč 3/2 s tlačítkem	152860
19	Ventilové hradlo AND	539770
20	Rozvaděč 5/2, pneumaticky ovládan	539769
21	Manometr	152865
22	Tlakový sekvenční ventil	152884
23	Rozvaděč 3/2 s přepínačem	152863
24	Rozvaděč 3/2, pro montáž na pneumotor	539775
25	Rozvaděč 5/2, pneumaticky ovládan	538694
26	Rozvaděč 3/2, páka s kladkou	152866
27	Tlakový regulátor	539756
28	Rozvaděč 3/2 s elektromagnetem	539776
29	Rozvaděč 5/2 s elektromagnetem	539778
30	Koncový spínač	183322
31	Rozvaděč 5/2 s elektromagnetem	539777
32	Rozvaděčový terminál s 4 - mi rozvaděči	540696
33	Nouzový vypínač	183347
34	Výfukový ventil	539772
35	Ovládaný zpětný ventil	540715
36	Snímač tlaku s displejem	539757





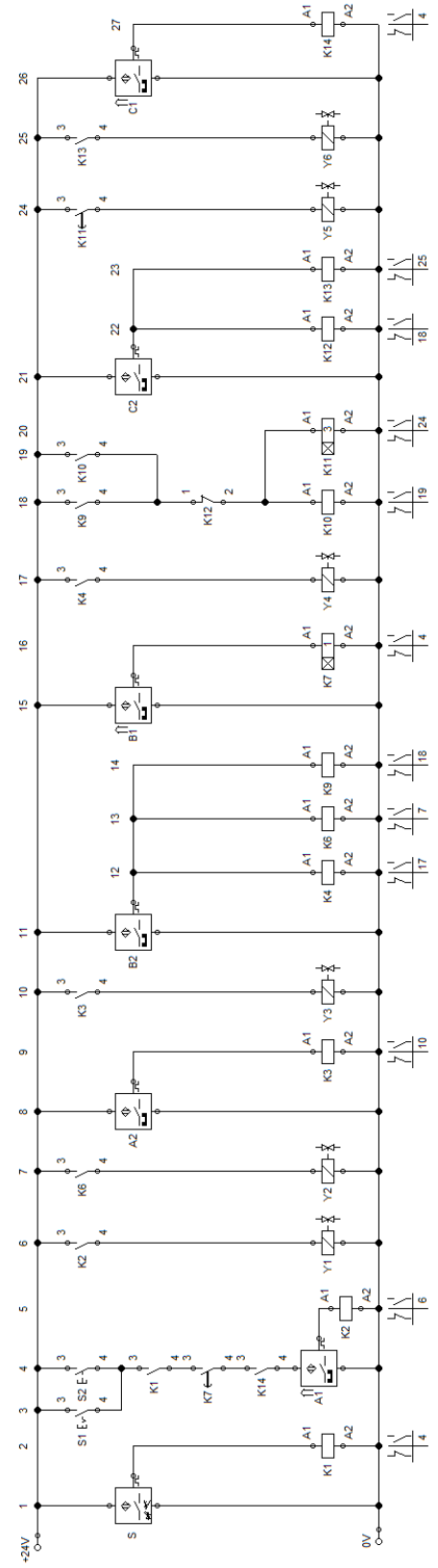
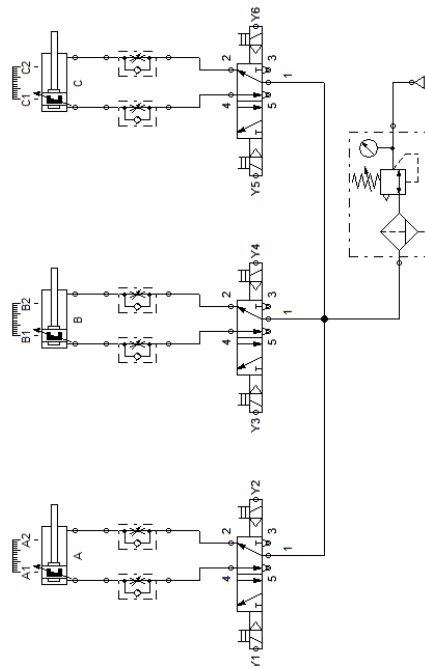


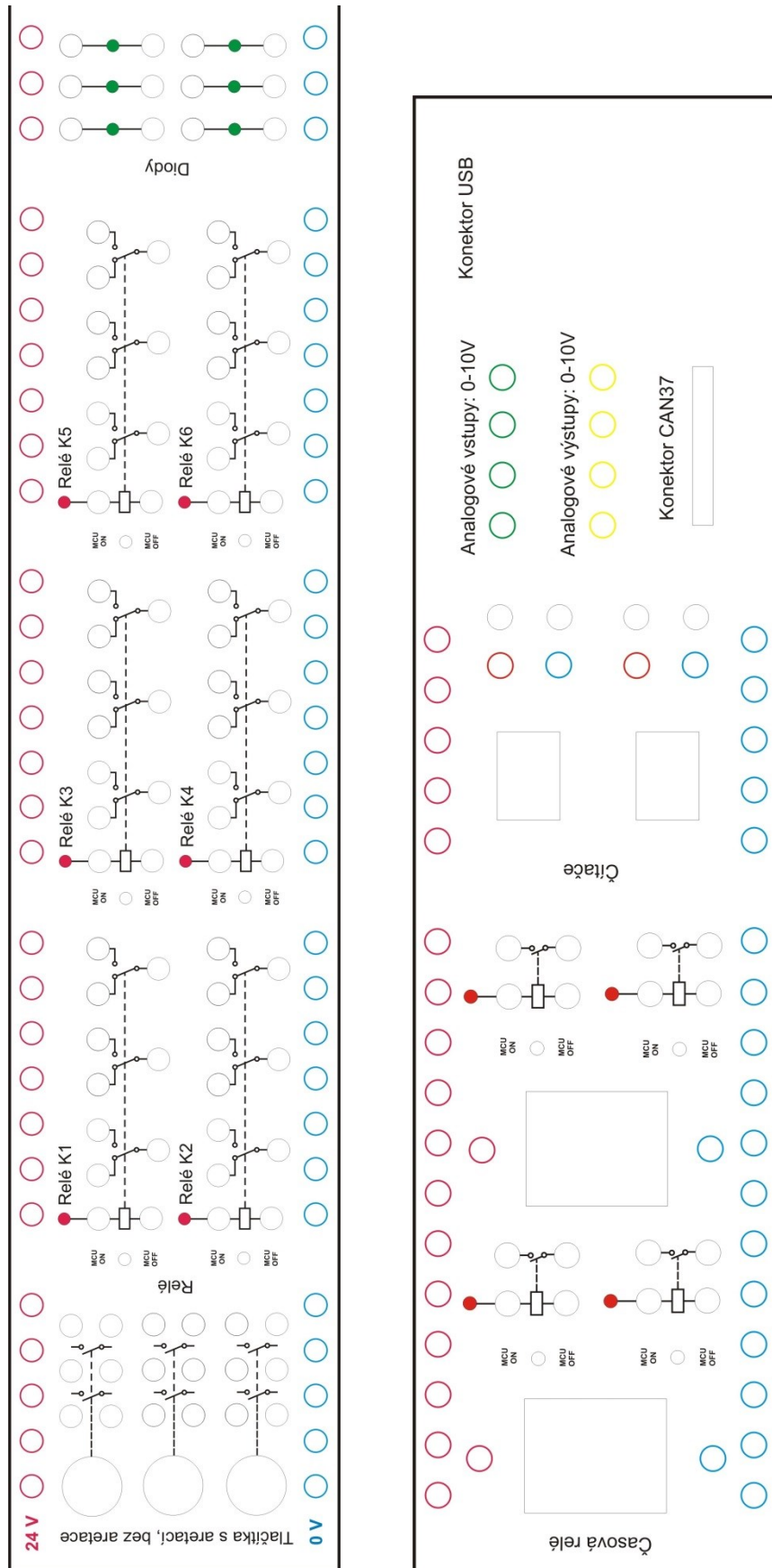


Seznam příloh

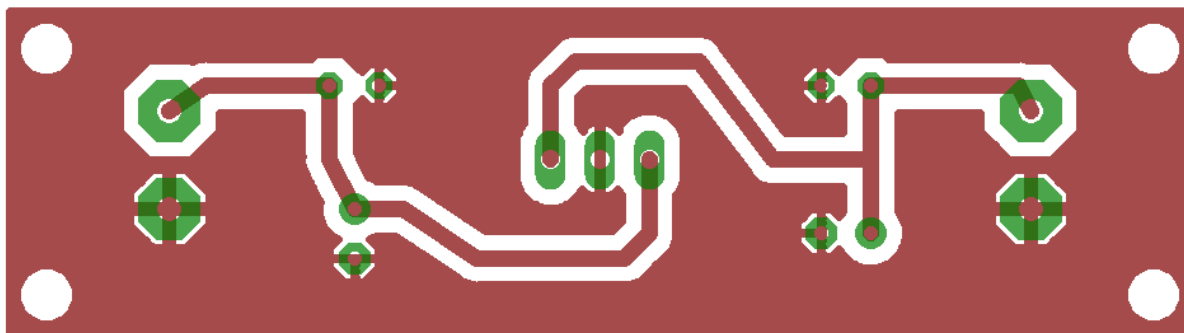
Příloha č. 6.: Elektro-
pneumatické schéma
zapojení značkovače

Příloha č. 7.: Elektronický
panel – fólie (rozděleno na
dvě části)

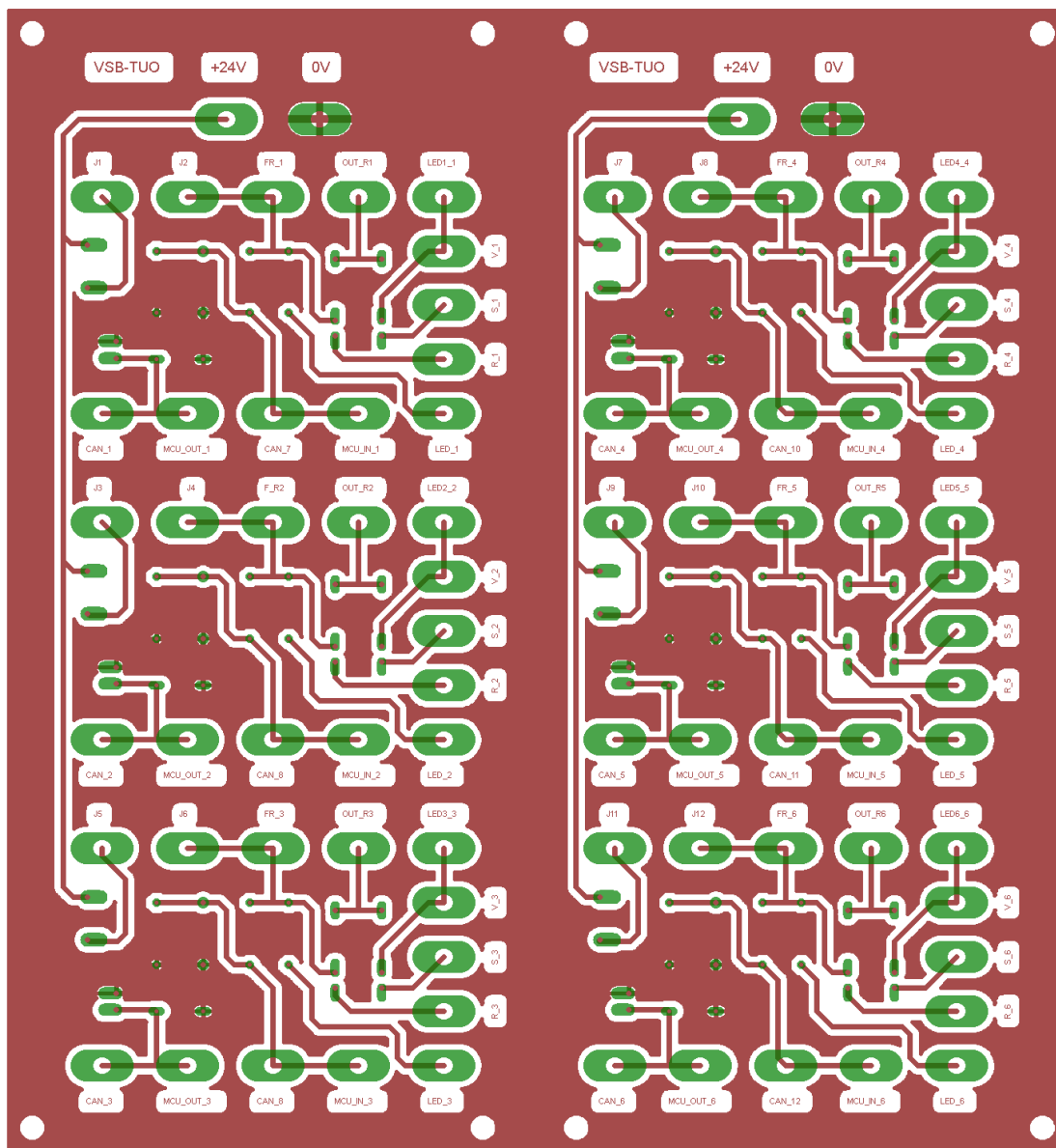




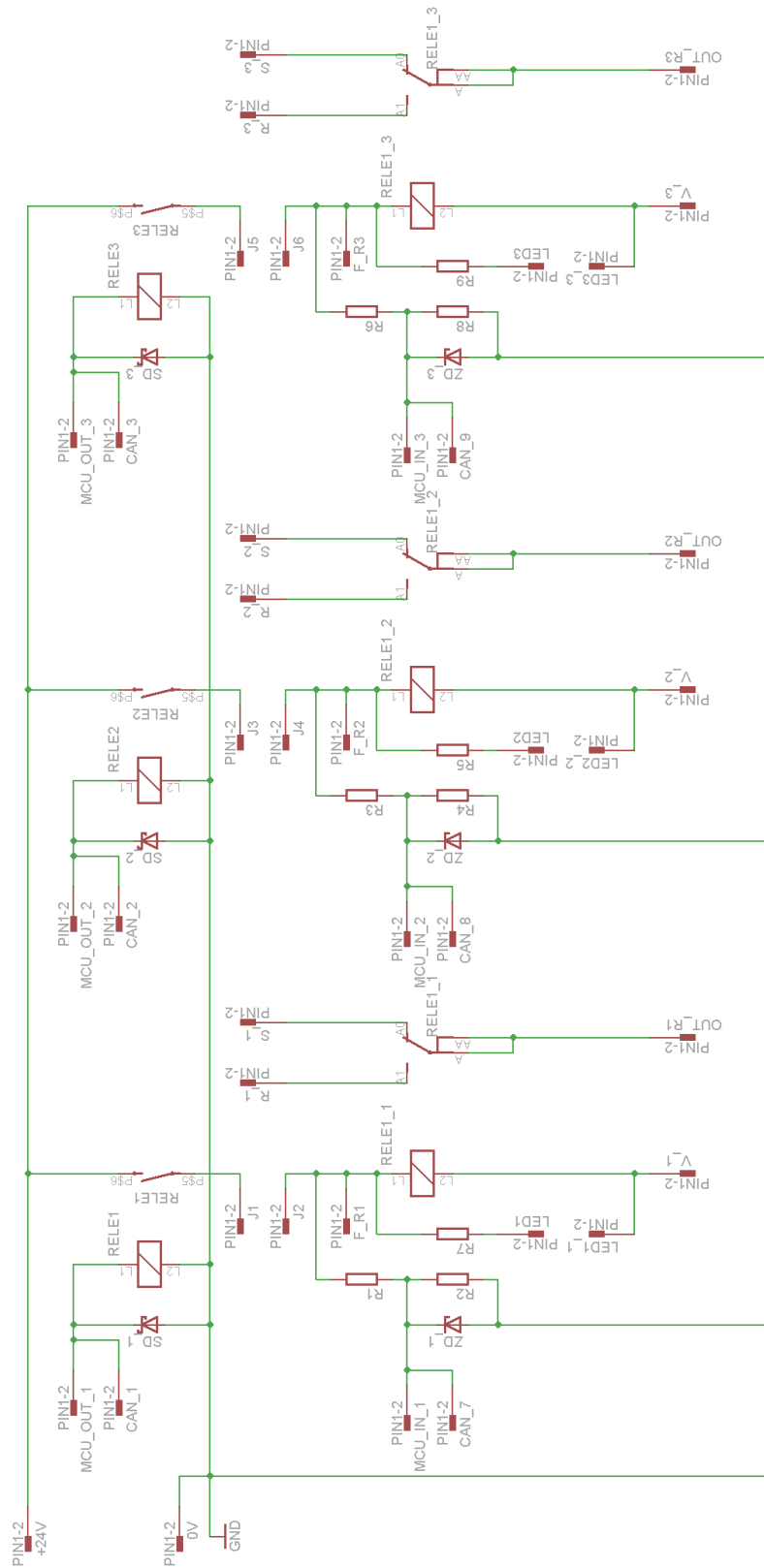
Příloha č. 8.: DPS – stabilizátor napětí



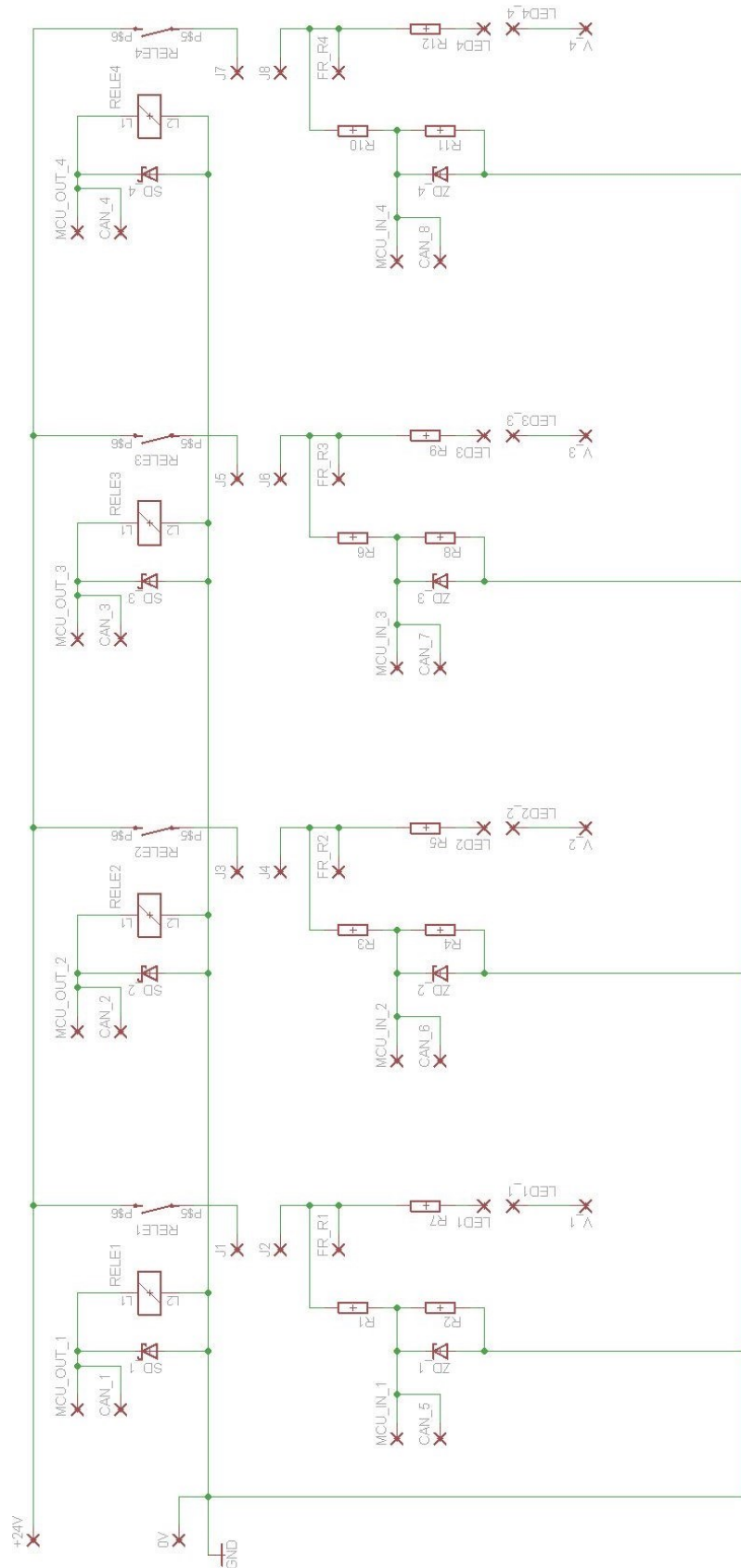
Příloha č. 9.: DPS – relé



Příloha č. 10.: Schématické zapojení – relé (částečné schéma zapojení relé)



Příloha č. 11.: Schématické zapojení – časová relé



Příloha č. 12.: DPS – časová relé

