

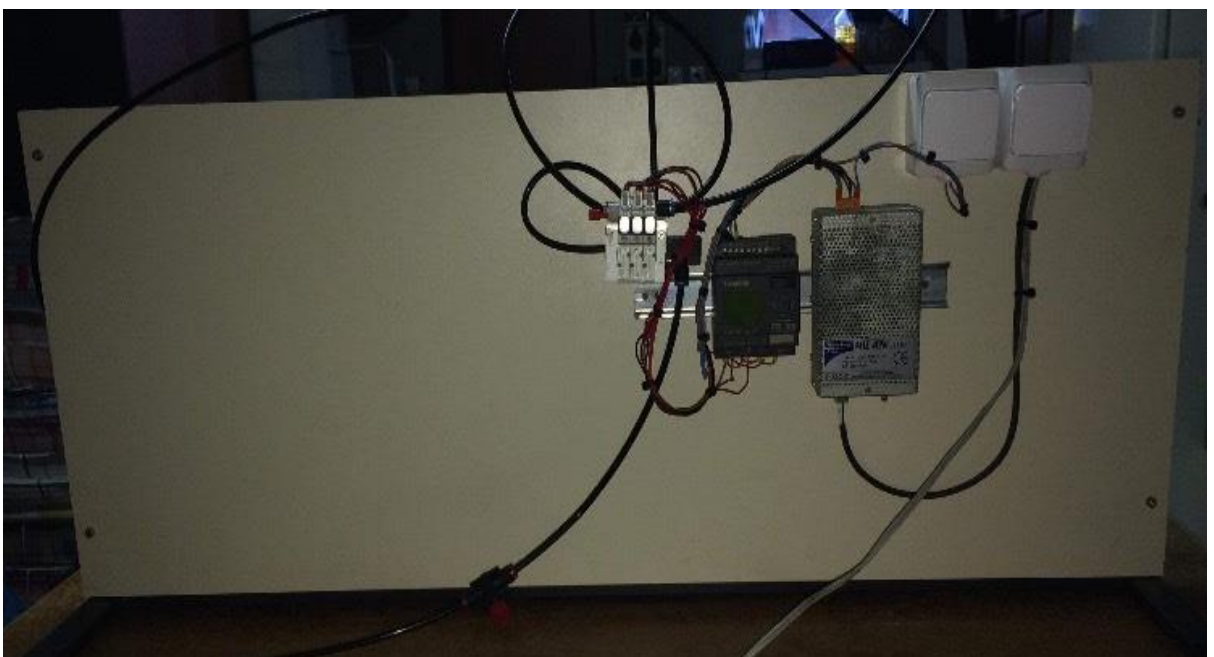
ÚVOD

V práci sa zaoberám využitím stlačeného vzduchu, jeho výrobou, a využiteľnosťou vo výrobnom procese. Popisujem jednotlivé komponenty zapojené v pneumatických zostavách.

Popisujem zhotovenie pneumatického zariadenia od jednotlivých komponentov až po ich zapojenie do elektrického obvodu. Princíp zostavy využíva stlačený vzduch a vákuum (podtlak). Pomocou riadenia vzduchových valcov sa výrobok presúva po priamočiarom valci v rámci jednotlivých operačných procesov výroby.



Obr. 1. Pneumatická zostava – predná stena.



Obr. 2. Pneumatická zostava – zadná stena.

CIEĽ PRÁCE

Cieľom práce je zhotoviť auto - pneumatický mechanizmus na prepravu výrobkov.

V teoretickej časti sa venujem pneumatike z hľadiska vývoja a využitia vo výrobnom procese. Charakterizujem základné vlastnosti vzduchu, jeho stlačiteľnosť ako základnú vlastnosť, ktorú využíva princíp pneumatiky. Zaoberám sa výrobou stlačeného vzduchu pomocou kompresora, výrobou vákua a charakterizujem komponenty potrebné k zhotoveniu zariadenia.

V praktickej časti zhotovím zariadenie fungujúce na princípe stlačeného vzduchu.

1 TEORETICKÁ ČASŤ

1.1 VÝVOJ PNEUMATIKY

Stlačený vzduch je preukázateľne jednou z najstarších foriem energie, ktorú človek poznal a využíval k zvýšeniu svojej fyzickej výkonnosti. Vzduch ako médium si človek uvedomoval už pred tisíckami rokov a pokúšal sa ho i využívať k práci.

Základné vedomosti z pneumatiky síce patria k najstarším znalostiam ľudstva, ale trvalo celé stáročia kým sa systematicky začala využívať. Iba približne od 50. rokov dvadsiateho storočia je možné hovoriť o priemyslovom nasadení pneumatiky. K celosvetovému priemyselnému uplatneniu pneumatiky však dochádza iba v posledných desaťročiach. Je to dôsledok zavádzania automatizácie a racionalizácie technologických procesov.

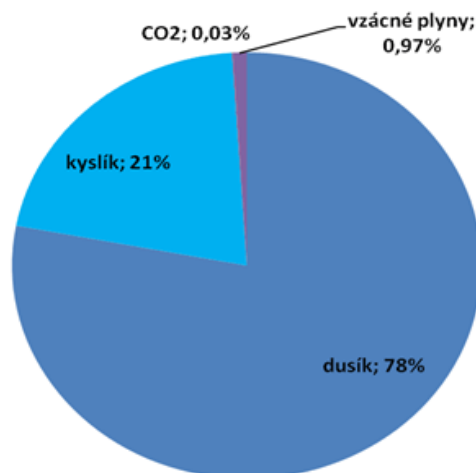
Oblasť použitia pneumatiky sa neustále rozširuje. V súčasnosti sa moderné priemyselné prevádzky bez pneumatiky nezaobídu.

1.2 FYZIKÁLNE VLASTNOSTI VZDUCHU

1.2.1 Zloženie vzduchu

Povrch Zeme je obklopený vrstvou vzduchu, ktorý je zmesou plynov so zložením:

- dusík približne 78 % objemu
- kyslík približne 21 % objemu



Obr. 3. Zloženie vzduchu

Zostávajúce 1% je tvorené oxidom uhličitým, argónom, vodíkom, héliom, kryptónom a xenónom.

Kyslík je dôležitý pre náš život – dýchanie ľudí, živočíchov a rastlín. Dusík je dôležitý pre výživu rastlín a oxid uhličitý je potrebný pre ich fotosyntézu. Z týchto dôvodov je čistota ovzdušia a udržiavanie jeho správneho ovzdušia veľmi dôležité.

1.2.2 Tlak vzduchu

Tlak vzduchu (iné názvy atmosférický tlak, barometrický tlak) je tlak, spôsobený atmosférou planéty Zem. Tento tlak, je vyvolaný tiažou vzduchového stĺpca siahajúceho od nadmorskej výšky, v ktorej tlak meriame, až po hornú hranicu atmosféry.

Atmosférický tlak je tlak masy vzduchu v atmosfére podmienený gravitačným pôsobením Zeme.

Jednotka tlaku podľa medzinárodnej sústavy jednotiek SI je pascal (Pa). **Pascal** - značka **Pa**.

1 Pa je tlak, ktorý vyvoláva sila 1 newtonu rovnomerne rozložená na rovinatej ploche s obsahom 1 m², kolmej k smeru sily. Jednotka bola pomenovaná po francúzskom matematikovi, fyzikovi a filozofovi Blaise Pascalovi .

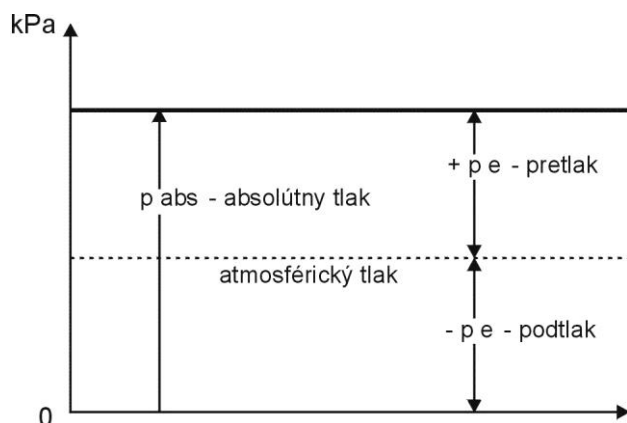
Prepočet Pascalov na iné jednotky

1 bar	100 000 Pa
1 atmosféra	101325 Pa

Normálna hodnota atmosférického tlaku (hodnota určená pre fyzikálne výpočty) pri hladine mora je 101 325 Pa.

Pretože na povrchu Zeme všade pôsobí atmosférický tlak, nevnímame ho a považujeme ho za vzťažnú hodnotu. Atmosférický tlak na povrchu Zeme nie je vo všetkých miestach rovnaký, mení sa s nadmorskou výškou a počasím.

Tlak väčší ako atmosférický tlak sa nazýva pretlak a tlak menší ako atmosférický sa nazýva podtlak.



Obr. 4. Závislosť objemu vzduchu od teploty

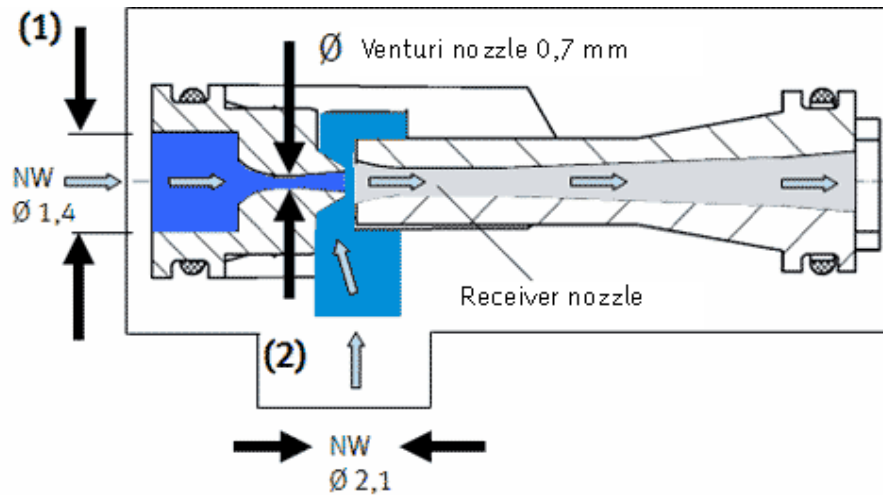
1.2.3 Vlastnosti stlačeného vzduchu

Vzduch podobne ako všetky plyny nemá stály tvar, t.j. prijíma tvar svojho okolia. Je ho možné stláčať (kompresia). Má snahu rozpínať sa (expanzia). Rýchly vývoj a praktické uplatnenie pneumatiky v pomerne krátkom časovom období vyplynul mimo iné i zo skutočnosti, že mnohé problémy automatizácie je možné najjednoduchšie riešiť práve s využitím pneumatiky.

1.2.4 Vákuum

Vákuum alebo vzduchoprázdno je ideálne prázdne prostredie alebo reálne prostredie, v ktorom je tlak plynu nižší ako atmosférický tlak. Atmosférický tlak je tlak, spôsobený atmosférou planéty Zem. Tento tlak vyvolaný tiažou vzduchového stĺpca siahajúceho od nadmorskej výšky, v ktorej tlak meriame, až po hornú hranicu atmosféry. Tlak v pneumatickej technike sa všeobecne uvádza ako kladný. Vákuum je vždy vyjadrené ako záporná hodnota.

1.2.5 Vákuový ejektor



Obr. 5 Spôsob fungovania vákuového ejektora

Vákuový ejektor Festo funguje na základe Venturiho princípu. Stlačený vzduch prúdi od tlakového pripojenia vzduchu do ejektora. Zúžená časť v tryske difúzoru zvýši rýchlosť prúdenia vzduchu až na úroveň nadzvukovej rýchlosti. Po výstupe z trysky difúzora vzduch zvýši svoj objem a prúdi cez trysku prijímača do výstupného otvoru (tlmič hluku). Behom tohto procesu sa tvorí vákuum v komore medzi tryskou difúzora a tryskou prijímača, ktoré spôsobuje nasávanie vzduchu z otvoru pripojenia vákuu. Nasatý vzduch a odpadný vzduch prúdi následne von cez výstupný otvor (tlmič hluku).



Obr. 6 Ejektor

1.2.6 Výhody pneumatiky

- DOSTUPNOSŤ** – vzduch je k dispozícii v neobmedzenom množstve prakticky všade
- DOPRAVA** – stlačený vzduch je možné potrubím dopravovať veľmi ľahko i na väčšie vzdialenosti
- USKLADNENIE** – stlačený vzduch je možné uskladniť, akumulovať v nádobách, v týchto nádobách je možná i jeho preprava
- TEPLOTA** – stlačený vzduch nie je citlivý k zmenám teploty, čo je zárukou bezpečnej činnosti pneumatických zariadení i pri extrémnych teplotných podmienkach
- BEZPEČNOSŤ** – použitie stlačeného vzduchu neprináša nebezpečenstvo výbuchu a požiaru, nie sú nutné ochranné opatrenia proti výbuchu
- ČISTOTA** – stlačený vzduch neobsahuje žiadne škodliviny a preto nedochádza k znečisťovaniu okolia pri jeho unikaní; použitie v potravinárskom, drevospracujúcom, chemickom, strojárskom, textilnom priemysle
- JEDNODUCHOSŤ** – pracovné pneumatické prvky sú konštrukčne veľmi jednoduché a preto lacné
- RÝCHLOSŤ** – stlačený vzduch je veľmi rýchle pracovné médium, umožňujúce dosahovať vysoké pracovné rýchlosti. (1-2 m/s)
- RIADITEĽNOSŤ** – rýchlosť a sila pneumatických zariadení sú riaditeľné vo veľkom rozsahu
- PREŤAŽITEĽNOSŤ** – preťaženie pneumatických zariadení (hlavne pracovných prvkov) vedie k ich zastaveniu bez poškodenia, sú bezpečné voči preťaženiu

1.2.7 Nevýhody pneumatiky

ÚPRAVA

– úprave stlačeného vzduchu je nutné venovať zvýšenú pozornosť, ide hlavne o odstraňovanie nečistôt a vlhkosti

HLUČNOSŤ

– pri činnosti pneumatických zariadení pri odfuku do atmosféry vzniká nepríjemný hluk, problém sa dá čiastočne vyriešiť tlmičmi hluku

NÁKLADY

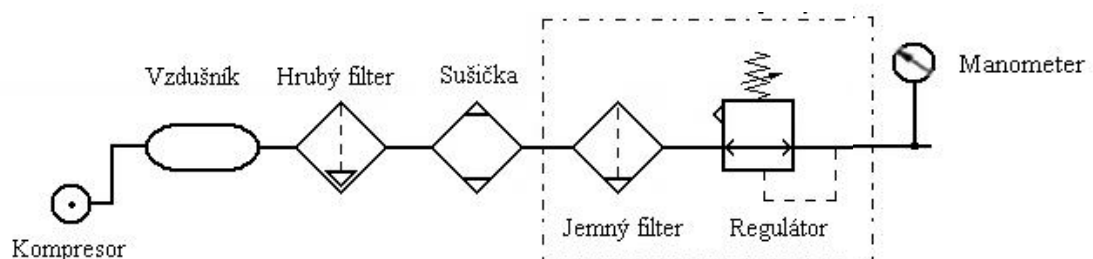
– tlakový vzduch je relatívne drahý nosič energie; vysoké náklady vynaložené na energiu sú ale kompenzované nízkou cenou a veľkou výkonnosťou prvkov

2 VÝROBA STLAČENÉHO VZDUCHU

2.1 KOMPRESORY

- stroje na výrobu stlačeného vzduchu sa nazývajú kompresory
- väčšinou sa používa centrálna výroba stlačeného vzduchu, ktorý sa potom rozvádza k pneumatickým zariadeniam
- rozvod stlačeného vzduchu sa prevádza potrubím
- typ kompresora sa volí na základe požiadavky množstva dodávaného vzduchu a pracovného tlaku

Kompresor premieňa mechanickú energiu dodávanú elektromotorom alebo spaľovacím motorom na energiu tlakovú. Vyrába tlakovú energiu nasávaním a stláčaním atmosférického vzduchu. Stlačený vzduch sa skladuje v zásobníkoch. Aby bolo možné atmosférický vzduch použiť pre zariadenia priemyselnej pneumatiky, je nutné ho upraviť. 90% všetkých porúch pneumatických prvkov pripadá na nedostatočnú a nevhodnú úpravu stlačeného vzduchu. Väčšinou sa používa centrálna výroba a úprava stlačeného vzduchu, ktorý je potom na jednotlivé pracoviská rozvádzaný pomocou spádového potrubia. Spádové potrubie je nutné kvôli skondenzovanej vode, ktorá musí byť zo systému rozvodu stlačeného vzduchu odvádzaná.



Obr. 7 Výroba stlačeného vzduchu

Pri výrobe stlačeného vzduchu sa používajú piestové kompresory, membránové, skrutkové jednohriadeľové, dvojhriadeľové a turbo-kompresory. Pre výrobu stlačeného vzduchu som použil piestový kompresor.



Obr. 8 Kompresor

2.2 PIESTOVÉ KOMPRESORY

Piestové kompresory s priamočiarym pohybom piesta sú v súčasnosti najpoužívanejším typom. Sú vhodné na získavanie nízkych, stredných i vysokých tlakov (od 100 kpa až po niekoľko tisíc kpa).

Pri vyšších tlakoch je nutné viacstupňové prevedenie. Nasatý vzduch sa v prvom stupni stlačí, nasleduje jeho ochladenie a ďalšie stlačenie v nasledujúcom stupni. Teplo vznikajúce pri stlačení sa musí vždy odvádzať. Chladenie sa prevádza vzduchom alebo vodou.

2.3 VZDUŠNÍK

Vzdušník je tlaková nádoba, vstavaná do výtlačného potrubia kompresora, ktorá slúži na akumuláciu stlačeného vzduchu a odstránenie kolísania tlaku. Kolísanie tlaku je vyvolávané premenlivou spotrebou stlačeného vzduchu. Súčasne je vzduch čiastočne ochladzovaný odvodom tepla veľkou plochou plášťa vzdušníka. Z tohto dôvodu dochádza vo vzdušníku i k zrážaniu vlhkosti.



Obr. 9 Vzdušník

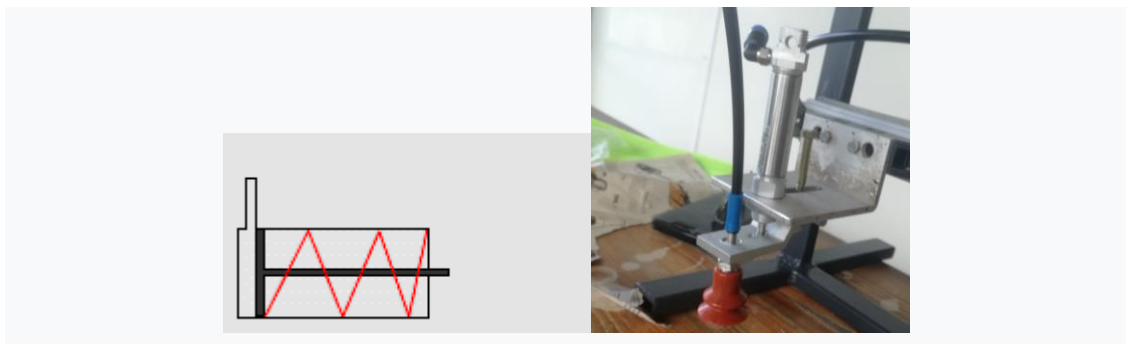
2.4 PNEUMATICKÝ VALEC

Pneumatický valec je mechanické zariadenie používané pre prevod sily stlačeného vzduchu na mechanický pohyb.

U pneumatických valcov je sila cez piest prevádzaná na piestnu tyč. Pneumatické valce poznáme - jednočinné, dvojčinné, priamočiare, rotačné, bezpiestnicové. V svojej práci využívam jednočinný a bezpiestnicový valec.

Princíp jednočinného valca

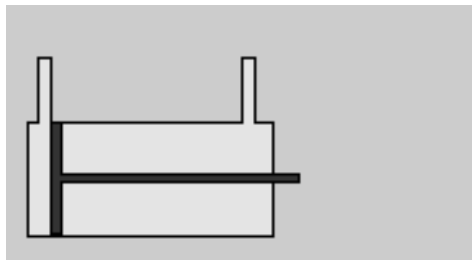
Zvislý pneupohon vzduch-pružina (jednočinný) sa vo veľkej miere používa v prevádzkach s požiadavkou na opakované spustenie v krátkom časovom intervale. Výhodou je jeho rýchla a presná reakcia. Ventil sa otvára pomocou stlačeného vzduchu.



Obr. 10 Schématická značka jednočinného priamočiareho valca a fotografia valca z vyrobenej zostavy

Princíp dvojčinného valca

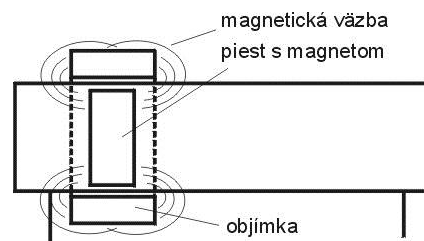
Valec mení energiu stlačeného vzduchu na mechanickú energiu. Podobá sa jednočinnému valcu ale nemá vratnú pružinu. Má dve prípojky vzduchu, obe sa používajú na zavzdušnenie aj odvzdušnenie, na rozdiel od jednočinného valca dokáže pracovať v oboch smeroch. Pri zasúvaní a vysúvaní môžu byť obe časti naplnené systémovým tlakom. Sila prenášaná na piestovú tyč je pri pohybe vpred väčšia ako pri pohybe späť, pretože tlačná plocha na strane piestu, je väčšia ako na strane piestnej tyče.



Obr. 11 Schématická značka dvojčinného priamočiareho valca

2.4.1 Bezpiestnicový dvojčinný priamočiary valec

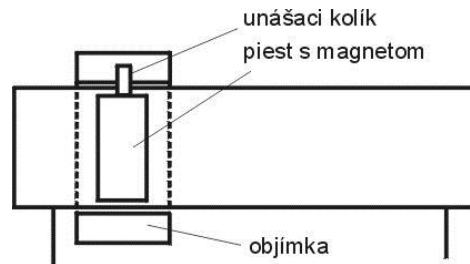
- vo valci sa pohybuje piest vplyvom tlaku vzduchu
- valec nemá piestnu tyč, pohyb piesta je z valca prenášaný pomocou magnetickej alebo mechanickej väzby
- pri magnetickej väzbe je v pieste osadený silný magnet, ktorý unáša objímku, ktorá sa pohybuje po povrchu valca
- táto objímka nahrádza piestnu tyč



Obr. 12 Bezpiestnicový pneumatický motor s magnetickej väzbou

- pri mechanickej väzbe je vo valci drážka po celej jeho dĺžke

- piest má k sebe pevne pripevnený unášací kolík, ktorý zapadá do objímky pohybujúcej sa po povrchu valca a takto nahrádza piestnu tyč
- pracovný priestor je utesnený špeciálnou páskou, ktorá sa pri pohybe pred piestom rozpája a tesne za ním spája



Obr. 13 Bezpiestnicový pneumatický motor s mechanickou väzbou

Princíp práce týchto valcov vychádza z pohybu piesta vo valci, avšak jeho pohyb sa neprenáša na piestnicu, ale na pohyblivý bežec s využitím mechanického alebo magnetického prenosu síl. Výhoda bezpiestnicových valcov v porovnaní s bežnými dvojitými valcami, spočíva v úspore miesta, odpadá nebezpečenstvo ohnutia piestnice a môžu byť použité pre veľké dĺžky zdvihu až do 10 m.



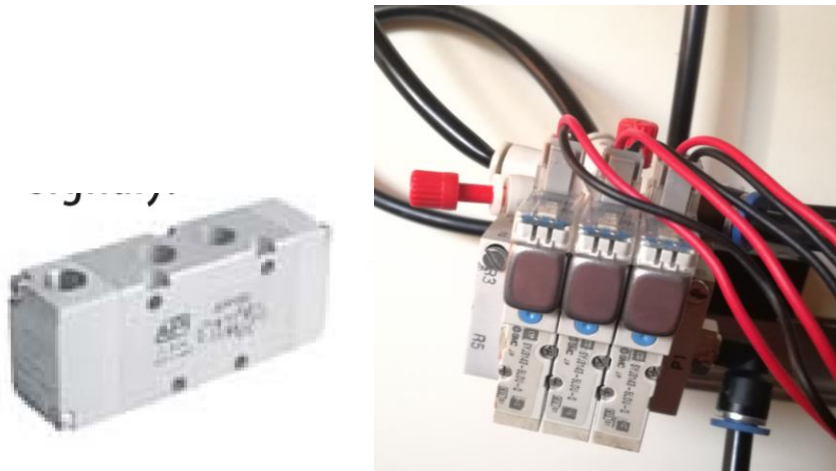
Obr. 14 Bezpiestnicový valec priamočiary

2.5 ROZVÁDZAČE A VENTILY

Rozvádzače a ventily sú zariadenia, ktoré slúžia:

- na riadenie rozbehu a zastavovania pneumatických valcov
- na zmenu smeru pohybu pneumatických valcov
- na zmenu tlaku pretekajúceho stlačeného vzduchu
- na zmenu prietoku pretekajúceho stlačeného vzduchu

Funkcia ventilov sa spravidla značí dvoma číslami oddelenými lomítkom. Napríklad označenia ako 3/2, 5/3 a podobné kódy. Prvé číslo (pred lomkou) značí počet ciest. Do tejto položky sa započítavajú všetky výstupy, odfuk a prívod. Nezapočítavajú sa do neho prípadné pneumatické riadiace signály. Príklad: na hornej strane ventilu vidíme 3 závit, krajný je pre ovládanie ventilu, ostatné sú výstupy (započítavame teda 2 cesty), zo spodnej strany by sme videli 3 závit, krajné sú odvetrávacie komory, prostredný je prívod (započítame teda všetky 3 cesty). Celkový počet ciest tak robí číslo 5 a jedná sa teda o päťcestný ventil.



Obr. 15. rozvádzače (ventily)

Druhé číslo (za lomítkom) charakterizuje počet polôh. Príklad: solenoidový ventil je bez napätia zatvorený (prvá poloha), no ak príde do cievky elektrický signál, ventil sa prestaví a je otvorený (druhá poloha). Jedná sa teda o ventil dvojpolohový.

Monostabilné ventily (ventily s pružinovým návratom), sú ventily so samostatným návratom. Bez signálu sú v základnej polohe. Keď príde signál (elektrický, pneumatický a pod.), ventil sa prestaví a po dobu trvania signálu zostáva mimo základnú polohu. Akonáhle signál zmizne, ventil sa samočinne (väčšinou pružinou) navracia do základnej polohy.

Bistabilné ventily (impulzné ventily) sú také ventily, ktoré aj po odznení prvého signálu zostávajú v polohe vyvolanej prvým signálom a to až dovtedy, kým nepríde druhý signál, ktorý vráti ventil do základnej polohy. S týmito ventilmi súvisia aj značenia ako NC a NO. NC (Normally closed) znamená, že ventil je v základnej polohe, bez signálu, to znamená uzavretý. Prívod nie je prepojený s výstupom. NO

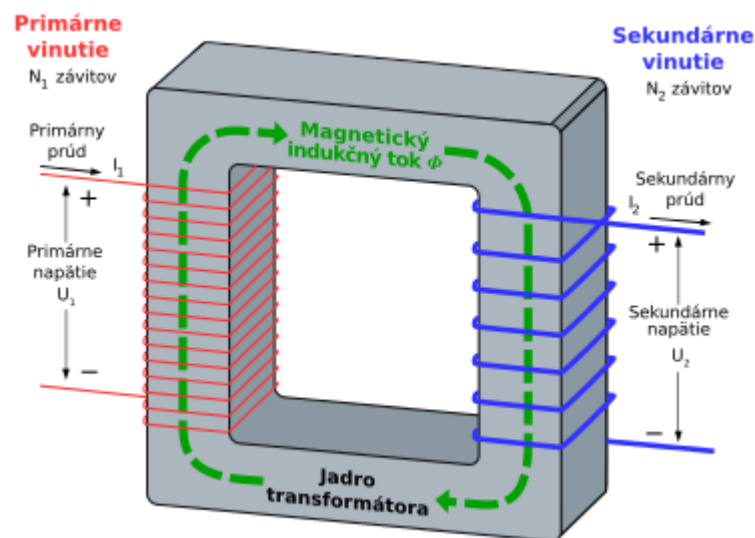
(Normally open) znamená, že ventil je v základnej polohe, bez signálu, to znamená otvorený, prívod je spojený s výstupom.

2.6 TRANSFORMÁTOR

Transformátor (trafo) je netočivý elektrický stroj, umožňujúci prenos elektrickej energie z jedného elektrického obvodu do druhého pomocou elektromagnetickej indukcie. Striedavý prúd v prvom (primárnom) obvode vytvára premenlivé magnetické pole, ktoré následne indukuje striedavé napätie v druhom (sekundárnom) obvode, ktorým začne tiecť prúd.

Transformátor je možné použiť na zmenu veľkosti striedavého elektrického napätia nahor alebo nadol bez zmeny frekvencie.

Transformátor sa skladá z dvoch (prípadne viacerých) cievok (nazývaných vinutie) umiestnených tak, aby bola medzi nimi čo najväčšia vzájomná magnetická väzba. Kvôli zvýšeniu magnetickej väzby sa takmer vždy používa feromagnetické jadro, a často sú cievky navinuté jedna na druhej na spoločnej kostričke.



Obr. 16. Princíp jednofázového jadrového transformátora

2.7. LOGO! - logické relé

Pri práci som použil LOGO! 12/24 RC od spoločnosti SIEMENS, pretože LOGO! nahrádza samostatné komponenty ako sú spínacie hodiny, časové relé, pomocný stýkač a tým som ušetril priestor, čas a náklady. LOGO! umožňuje univerzálne použitie v priemysle, v účelovej alebo súkromnej výstavbe. Nahrádza elektrické napájanie funkčným prepojením - v tejto práci riadi celý pracovný postup. Disponuje integrovanou obslužnou a zobrazovacou jednotkou na priame miestne zadávanie a zobrazovanie textových hlásení a premenných a tým jednoduchú tvorbu a úpravu programu. Napájacie napätie pre použité zariadenie LOGO! je použité 24 DC, 1 vstup pre štart a 3 výstupy pre riadenie vzduchových rozdeľovačov.



3 PRAKTICKÁ ČASŤ

3.1 KOMPONENTY

Pri montáži sme použili:

- I. Piestový kompresor
- II. Bezpiestnicový valec NORGEN dĺžky 80 cm a priemerom 2,5 cm
- III. Jednočinný valec s piestom NORGEN so zdvihom 25 mm a priemerom 16 mm
- IV. Ejektor FESTO
- V. 3x elektropneumatické ventily 5/2
- VI. Transformátor so vstupom 230 V a výstupom 24 V
- VII. LOGO! 12/24 RC
- VIII. Zvarená nosná konštrukcia pre uchytenie bezpiestnicového valca
- IX. Drevené kocky simulujúce výrobky vo výrobnom procese
- X. Hadičky s vnútorným priemerom 4 mm
- XI. Uzatvárací ventil na prívod vzduchu

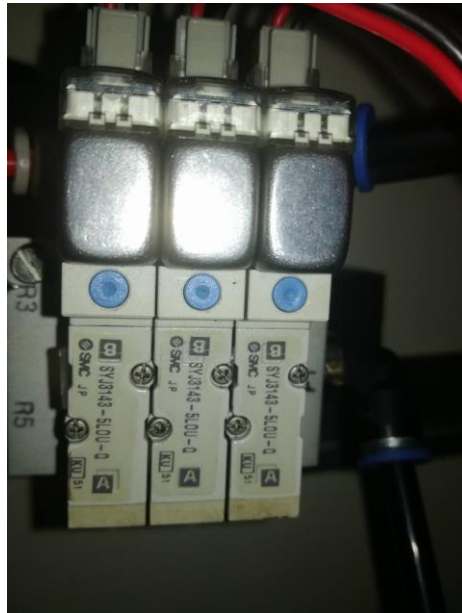
3.2 MONTÁŽ

Najprv som poskladal nosný stôl, na ktorom je celé zariadenie uložené. Potom bola vyrobená a zvarená nosná konštrukcia pre uchytenie bezpiestnicového valca o dĺžke 800 mm. Následne som uchytil valec skrutkami na zvarenú konštrukciu. Na bežec valca som namontoval jednočinný valec s piestnicou. Na piestnicu valca bola namontovaná prísavka s priemerom 25 mm. Ku vopred zakúpenému kompresoru som cez rýchlopínaciu spojku prepojil hlavnou hadičkou kompresor a riadiaci rozvádzač, do ktorého je pri chode (zariadenia) vháňaný stlačený vzduch (z kompresora).



Obr.17., 18. Rýchlopínacia spojka

V polovičnej dĺžke hlavnej hadičky bol namontovaný uzatvárací ventil na prívod vzduchu do rozvádzača, aby v prípade náhleho výpadku alebo technickej chyby počas práce pneumatiky bolo možné okamžite zamedziť prívod vzduchu umožňujúci chod zariadenia. Z hlavného rozvádzača obsahujúceho 3 kusy elektropneumatických 5/2 ventilov sme priviedli hadičky s prívodom vzduchu do ejektora, do oboch strán bezpečnostného valca a do púzdra piestnice jednočinného valca. Z ejektora sme priviedli ďalšiu hadičku, ktorú sme prepojili s prísavkou namontovanou na piestnici jednočinného valca. Keďže do ejektora pri chode prichádza stlačený vzduch ejektor je schopný vytvoriť vákuum a tým sa v prísavke vytvorí podtlak. Ventily(rozvádzač) je možné riadiť priamo (bez elektrického napätia) - maličkými tlačidlami na prednej strane ventilov.



Obr.19. Maličké tlačidlá na prednej strane ventilov (modré)

V súvislosti s automatickým chodom zariadenia sú elektromagnetické ventily riadené v procese LOGOM!, podľa vopred zadaného softvéru (vid'. Príloha).

Pre estetické účely sme dali vyrezať dosku, ktorú sme priskrutkovali na zadnú časť nosnej konštrukcie. Následne nato som na zadnú stranu dosky namontoval komponenty na DIN lištu (vypínače, transformátor, LOGO!, ejektor, rozvádzač), ktoré nie je potrebné vidieť počas práce zariadenia.

3.3 PRACOVNÝ POSTUP

- I. Uvedenie kompresora do chodu. V kompresore sa vyrobí stlačený vzduch o tlaku 8bar, ktorý je ďalej vedený do potrubia (hadičiek) v zariadení.



Obr. 20.



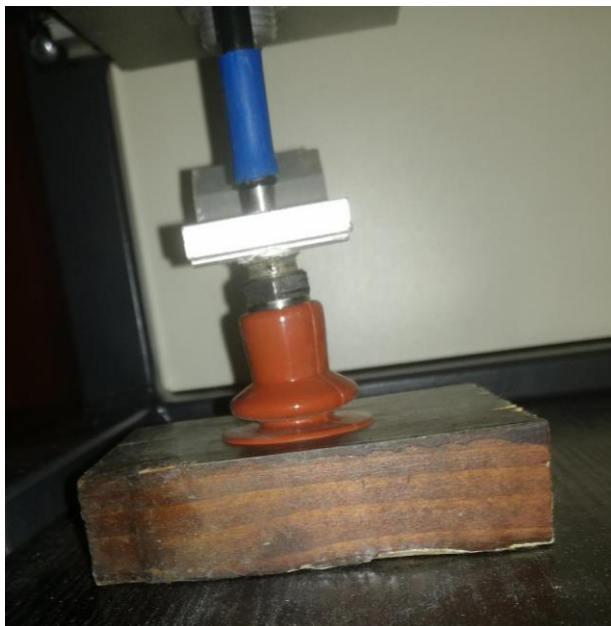
Obr.21

- II. Tlakový vzduch cez ejektor vytvorí vákuum-podtlak na prísavke valca s piestnicou.



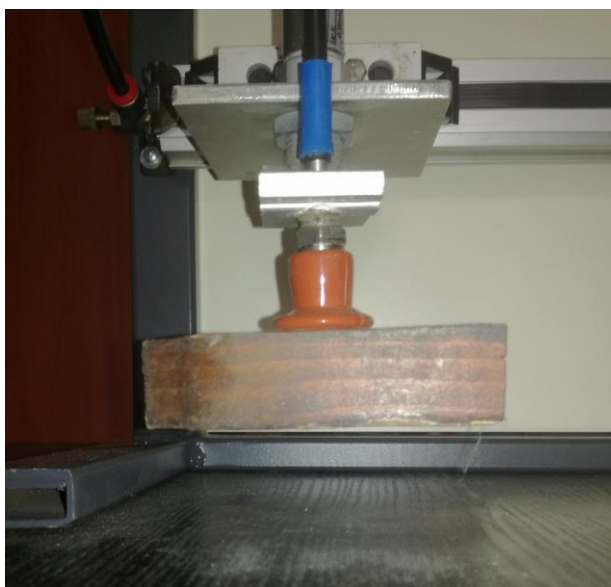
Obr. 22

III. Piestnica valca sa vysunie a prisaje súčiastku/výrobok.



Obr. 23

IV. Piestnica valca sa zasunie.

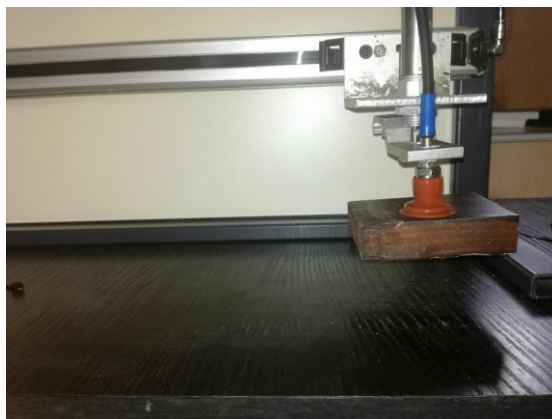


Obr. 24

- V. Bezpiestnicový valec presunie na opačnú stranu valec so súčiastkou.

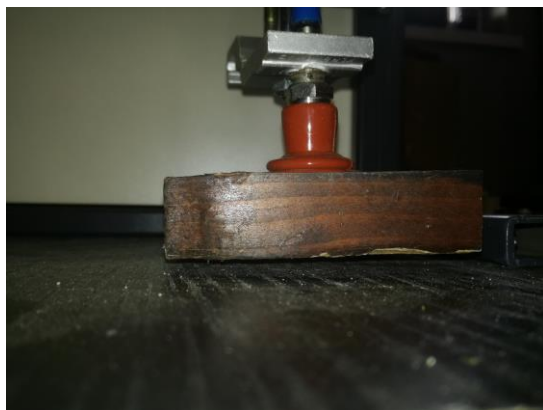


Obr. 25



Obr. 26

- VI. Piestnica valca sa vysunie, zruší sa vákuum a súčiastka sa uloží na určené miesto výdaja.



Obr. 27



Obr. 28

- VII. Valec s piestnicou sa zasunie a bezpečnicový valec ho presunie na opačnú stranu na svoju východiskovú polohu a celý proces sa opakuje.



Obr. 29



Obr. 30

4 ZÁVER

V práci som sa zamerlal na základnú charakteristiku stlačeného vzduchu, jeho výrobu a využitie vo výrobnom procese.

Popísal som jednotlivé komponenty potrebné k zhotoveniu zostavy a bližšie som sa venoval princípom ich fungovania. Vysvetlil som spôsob ich zapojenia do elektrického obvodu.

V praktickej časti som sa zaoberal výrobou pneumatického zariadenia. Vyrobil a zmontoval som zostavu z jednotlivých súčiastok. Hadičky, ktoré som napojil do obvodu zariadenia som prepojil s kompresorom. Zariadenie som napojil na elektrický obvod riadeným LOGOM! elektrickým napätím 24 V DC.

Výsledkom bol plynulý chod zariadenia, ktoré prenáša výrobky z daného miesta na určené miesto výdaja. Zhotovil som pneumatické zariadenie, ktoré prepravuje súčiastky priamočiarou pneumatickou dopravou na ďalšie opracovanie, na expedíciu, sklad, balenie a pod.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- MILAN LOKŠÍK Ing. Kopiláková Beáta 2008/2009 Bakalárska práca
Mechatronik
- SSPŠ Košice Strojárska konštrukcia, 4.ročník 2006- Ing. PETER
PARIMUCHA, PhD.

DOSTUPNÉ NA INTERNETE

- <https://sk.wikipedia.org/wiki/Pascal>
- <https://encyklopediapoznania.sk/clanok/7273/mechanizmy-pneumaticke>
- https://cs.wikipedia.org/wiki/Pneumatické_zařízení
- https://sk.wikipedia.org/wiki/Pneumatický_mechanizmus
- <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kompresor>
- https://sk.wikipedia.org/wiki/Atmosférický_tlak
- https://www.festo.com/cms/sk_sk/index.htm
- <https://w5.siemens.com>

Príloha: Software pre LOGO!

