

UNIVERZITET U BIHAĆU
TEHNIČKI FAKULTET
BIHAĆ

AUTOMATSKO UPRAVLJANJE II

Laboratorijske/Auditorne vježbe

PNEUMATIKA

Direktno i indirektno upravljanje dvoradnim cilindrom
(Vježba 10)

mr. Amel Toroman, dipl. ing.el.
Viši asistent

PNEUMATIKA

Pritisak

Pritisak p je odnos (normalne) sile F koja djeluje okomito na neku površinu, i te iste površine A :

$$p = \frac{F}{A}$$

Mjerna jedinica pritiska prema SI sistemu je *Pascal*. Vrlo često se koristi *bar*. Također, jedinica *psi* (*pound-per-square-inch*) je dosta u upotrebi u američkoj literaturi i katalogima proizvođača.

Odnosi su slijedeći:

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa, odnosno } 1 \text{ bar} = 0.1 \text{ Mpa, ili } 10 \text{ bar} = 1 \text{ MPa}$$

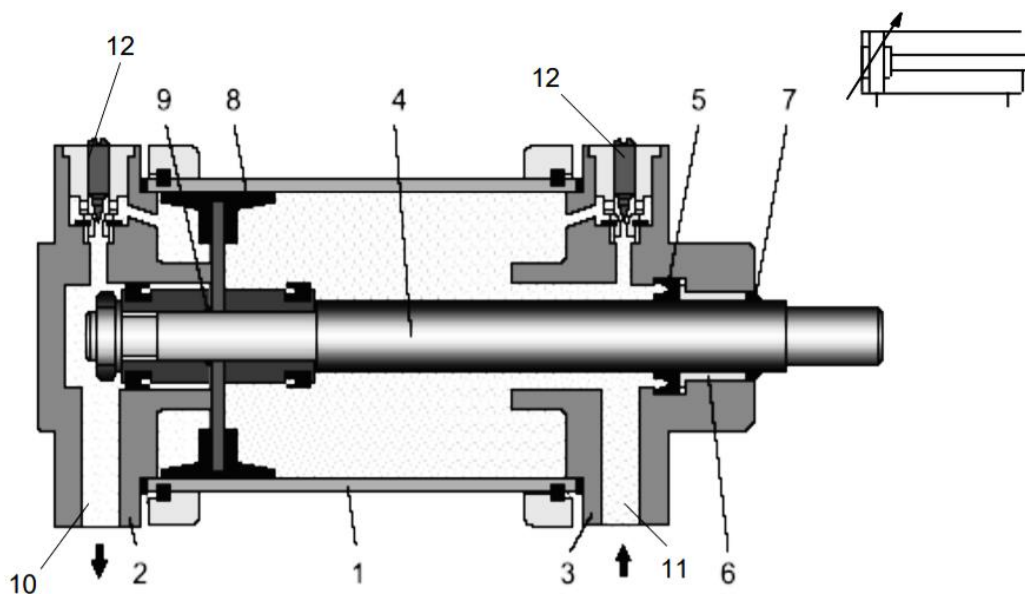
$$1 \text{ bar} = 14.5 \text{ psi, odnosno } 100 \text{ psi} \approx 6.9 \text{ bar}$$

Pritisak je veličina koja se mjeri u odnosu na neku referentnu vrijednost koja može biti različita, pa se tako razlikuje nekoliko pojmova za pritisak: **apsolutni pritisak** p_{aps} , te **relativni pritisak** p ili Δp . *Relativni pritisak* se referira u odnosu na *atmosferski pritisak* p_{atm} (varijabilna veličina, oko 1.015 bara na nadmorskoj visini 0 m), a ako je pozitivan ($p_{aps} > p_{atm}$) onda se naziva *prepritisak*, a ako je negativan ($p_{aps} < p_{atm}$) onda je *popritisak* ili *vakuum*. *Apsolutni pritisak* je pritisak u odnosu na potpuno ispražnjeni prostor (dakle 100% vakuum).

Direktno i indirektno upravljanje dvoradnim cilindrom

Dvoradni cilindri vrše koristan rad u oba smjera, tj. guraju i vuku, a priključci za zrak nalaze se s obje strane klipa. Za pokretanje klipa stlačeni zrak dovodi se u komoru s jedne strane klipa, a istovremeno se komora na suprotnoj strani mora ozračiti. Uglavnom se izrađuju kao klipni cilindri.

Dvoradni klipni cilindri (*Slika 1*) u odnosu na jednoradne klipne cilindre imaju još neke mogućnosti. Košuljica cilindra većinom se (1) proizvodi iz bešavne, vučene čelične cijevi. Za posebne slučajeve može biti od aluminija, mesinga ili posebne bronz. Da bi se umanjilo znatno trošenje elastičnog klipa, klizna ploha košuljice cilindra fino je obrađena ili honovana. Za posebne svrhe dodatno se tvrdo kromira. Prednji (3) i stražnji poklopac (podnica) (2) pretežno su lijevani dijelovi (lijev od lakog metala ili temper lijev). Podnica i poklopac s košuljicom cilindra može se spojiti šipkama za pritezanje, navojem ili prirubnicom. O veličini cilindra i objektivnim posebnostima proizvoda ovisi koja će se od tih mogućnosti primijeniti. U poklopcu je postavljen brtveni prsten (5) za brtvljenje klipnjače (4). Da ne bi izvana u cilindar mogla dolaziti nečistoća, koja se uhvatila na klipnjači, ugrađen je odstružni prsten (7). Kod nekih proizvođača umjesto odstružnog prstena predviđena je zaštitna manžeta. Ona zaštićuje klipnjaču na cijeloj dužini izlaženja. Na prikazanom se primjeru klip (9) sastoji od dvostrane manžete (8).



Slika 1. Dvoradni klipni cilindar s podesivim ublaživačima udara na obje strane

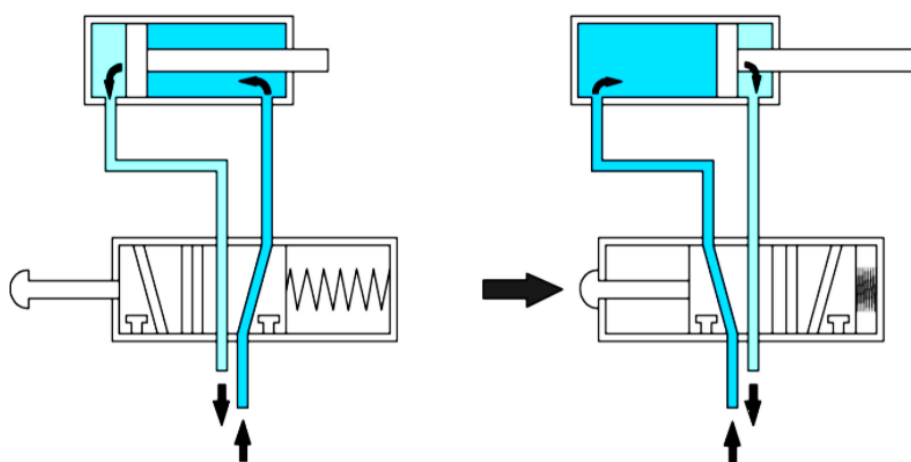
Legenda:

- | | |
|-----------------------|------------------------------|
| 1. košuljica, | 8. brtveni klipa, |
| 2. prednji poklopac, | 9. klip, |
| 3. stražnji poklopac, | 10. stražnji priključak, |
| 4. klipnjača, | 11. prednji priključak, |
| 5. brtva, | 12. podesivi ublaživač udara |
| 6. očnica, | |
| 7. odstružni prsten, | |

Zbog potreba izbjegavanja udara klipa s prednjim i stražnjim poklopcem, cilindrima se ugrađuju podesivi ublaživači udara (12). Pri kraju hoda klipa manji klip zatvara protok zraka prema priključku za ozračivanje te se taj zrak, koji služi kao ublaživač, mora polako ozračivati preko podesivog prigušenja. Na simbolu (*Slika 1*) to je označeno malim klipom na jednoj ili na obje strane. Mogućnost podešavanja na simbolu se iskazuje strjelicom preko klipa.

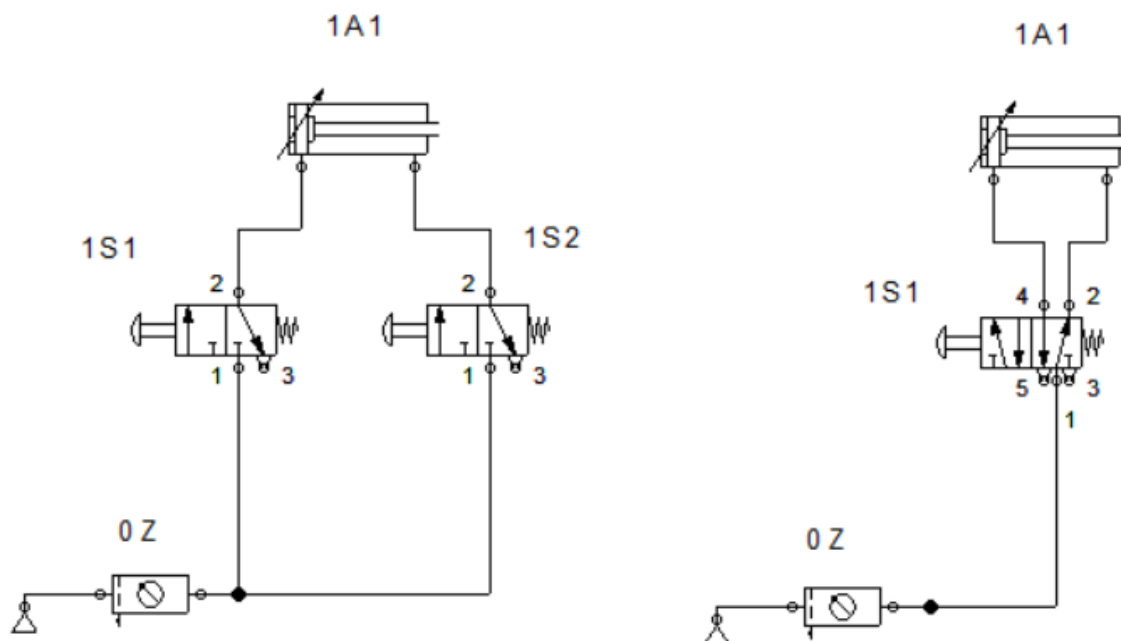
Dvoradni cilindar ili dvosmjerni motor obavljaju rad u oba smjera, pa su im potrebna dva radna voda. To znači da se upravljanje može ostvariti upotrebom razvodnika s 4 ili 5 priključaka koji mogu imati dva ili tri razvodna položaja. Stoga se za upravljanje dvoradnim cilindrom ili dvosmjernim pneumatskim motorom koriste:

- dva 3/2 razvodnika,
- 4/2 razvodnik,
- 5/2 razvodnik (*Slika 2*).



Slika 2. Opskrba dvoradnog cilindra stlačenim zrakom pomoću 5/2 razvodnika

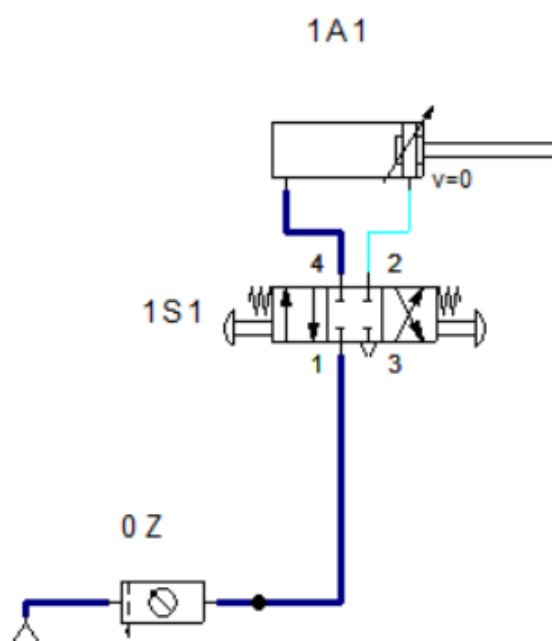
Pri upravljanju s dva 3/2 razvodnika (*Slika 3a*) ostvaruje se svojstvo upravljanja s 4/2 razvodnikom. Upotreba 4/2 ili 5/2 razvodnika (*Slika 3b*) omogućuje aktiviranje kretanja klipnjače cilindra prema naprijed i prema nazad. Ovdje treba napomenuti da se 5/2 razvodnici češće koriste od 4/2 razvodnika iz razloga što isti imaju dva voda za odzračivanje od kojih je jedan spojen s prostorom s prednje strane klipa, a drugi s stražnje strane klipa. To omogućuje različitu regulaciju brzine klipa (prigušenjem izlaznog zraka) u oba smjera kretanja klipa. Kod 4/2 razvodnika postoji samo jedan vod za odzračivanje, pa se kod izvlačenja i uvlačenja klipnjače koristi isti priključak za odzračivanje, a što se smatra manje fleksibilnim rješenjem.



a) upravljanje s dva 3/2 razvodnika b) upravljanje s 5/2 razvodnikom

Slika 3. Direktno upravljanje dvoradnim cilindrom s dva 3/2 razvodnika i 5/2 razvodnikom

Razvodnik 4/3 ili 5/3 sa srednjim zatvorenim srednjim razvodnim položajem omogućuje postavljanje klipnjače u čvrsti među položaj između dva krajnja (Slika 4).



Slika 4. Direktno upravljanje dvoradnim cilindrom s 4/3 razvodnikom sa zatvorenim srednjim razvodnim položajem, ručno aktiviran i opružno centriran

Dovođenjem stlačenog zraka preko stražnjeg priključka klip i klipnjača pomiču se prema naprijed (izvlačenje klipnjače). Sila F_I koju klip ostvaruju pri kretanju prema naprijed iznosi:

$$F_1 = A_1 \cdot p_{dob} - A_2 \cdot p_2 - F_T = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot p_{dob} - \left((D^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4} \right) \cdot p_2 - F_T \quad [N] \quad (1)$$

Kada se stlačeni zrak dovodi kroz prednji priključak, sila F_2 koju klip ostvaruju pri kretanju prema nazad iznosi:

$$F_2 = A_2 \cdot p_{dob} - A_1 \cdot p_1 - F_T = \left((D^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4} \right) \cdot p_{dob} - \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \cdot p_1 - F_T \quad [N] \quad (2)$$

gdje je:

A_1 - površina čela klipa, [m²]

A_2 - površina klipa s prednje strane, [m²]

p_{dob} - pritisak dobave (napajanja), [N/m²]

p_1, p_2 - pritisak s prednje strane, [N/m²]

F_T - sila trenja, [N]

D - promjer klipa, [m]

d - promjer klipnjače, [m]

Uobičajeni odnos površina A_1/A_2 iznosi 6/5. Uzimajući u obzir taj odnos, te male vrijednosti ostatnog pritiska p_1 i p_2 u komorama mogu se prihvatiti sljedeća pojednostavljenja:

$$A_{1,2} \cdot p_{1,2} = (0.3 - 0.4) \cdot A \cdot p_{dob} \quad (3)$$

te da je sila trenja F_T :

$$F_T = (0.1 - 0.2) \cdot A \cdot p_{dob} \quad [N] \quad (4)$$

odatle uvrštavanjem dobiva se sila na klipnjači F :

$$F = k \cdot A \cdot p_{dob} \quad [N] \quad (5)$$

gdje je:

A - korisna površina klipa, [m²]

p_{dob} - pritisak dobave (napajanja), [N/m²]

k - koeficijent dvoradnog cilindra

Koeficijent k za dvoradni cilindar obično iznosi $k=0.4 - 0.6$, osim u krajnjem položaju klipa gdje je $k=1$.

Volumni protok zraka Q kroz dvoradni cilindar iznosi:

$$Q = n \cdot (V_1 + V_2) = n \cdot (A_1 \cdot h + A_2 \cdot h) = n \cdot h \cdot (A_1 + A_2) \quad [m^3/min] \quad (6)$$

gdje je:

V_1 – volumen stražnje komore, $[m^3]$

V_2 – volumen prednje komore, $[m^3]$

A_1 - površina klipa sa stražnje strane, $[m^2]$

A_2 - površina klipa sa prednje strane, $[m^2]$

h - hod klipa, $[m]$

n – broj ciklusa u jedinici vremena, $[ciklusa/min]$

Volumni protok zraka Q_1 kroz dvoradni cilindar sveden na atmosfersko stanje zraka (na ulazu u kompresor) određen je formulom:

$$Q_1 = Q_2 \cdot \frac{p_2}{p_1} = n \cdot (A_1 + A_2) \cdot h \cdot \frac{p_2}{p_1} \quad [m^3/min] \quad (7)$$

gdje je:

Q_1 – volumni protok zraka koji se dobavlja u cilindar sveden na atmosfersko stanje zraka (na ulazu u kompresor), $[m^3/min]$

Q_2 – volumni protok zraka kroz dvoradni cilindar, $[m^3/min]$

p_2 – apsolutni pritisak dobave (napajanja), $[N/m^2]$

p_1 - apsolutni (atmosferski) pritisak okolnog zraka, $[N/m^2]$

V - volumen zraka koji se dobavlja u cilindar (volumen stražnje komore), $[m^3]$

A_1 – površina klipa s stražnje strane, $[m^2]$

A_2 – površina klipa s prednje strane, $[m^2]$

h - hod klipa, $[m]$

n - broj ciklusa u jedinici vremena, $[min^{-1}]$

Volumen zraka koji se dobavlja u cilindar V određen je površinom A i hodom h klipa:

$$V = A \cdot h \quad [m^3] \quad (8)$$

gdje je:

V - volumen zraka koji se dobavlja u cilindar (volumen stražnje komore), $[m^3]$

A - površina klipa, $[m^2]$

h - hod klipa, $[m]$

Ukoliko se klip kreće brzinom ω , vrijeme t potrebno da prevali put h (hod klipa) iznosi:

$$t = \frac{V}{\omega} = \frac{A \cdot h}{\omega} \quad [\text{sek}] \quad (9)$$

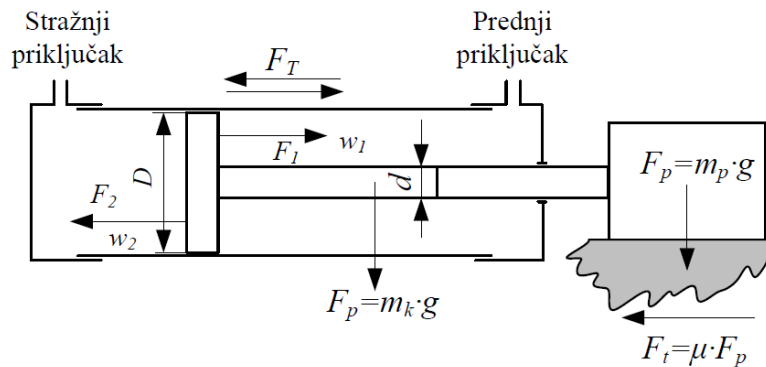
Volumni protok stlačenog zraka Q potreban za postizavanje tražene brzine kretanja ω na radnom pritisku određena je formulom:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{A \cdot h}{t} = A \cdot \omega \quad [\text{m}^3/\text{min}] \quad (10)$$

Uz pretpostavku jednakog volumenskog protoka zraka za napajanje kroz stražnji (kretanje unaprijed) i prednji (kretanje unazad) priključak, tj. $Q_1 = Q_2 = Q$, bit će brzina kretanja klipa unazad veća nego unaprijed (zbog manje površine s prednje strane klipa), odnosno:

$$\omega_1 = \frac{Q}{A_1} < \omega_2 = \frac{Q}{A_2} \quad [\text{m/s}] \quad (11)$$

Na *Slici 5* prikazano je pojednostavljeno djelovanje dvoradnog cilindra.



Slika 5. Pojednostavljen prikaz rada dvoradnog cilindra

Brzina kretanja klipa može se odrediti iz *Newtonovog zakona o dinamičkoj ravnoteži*, odnosno:

$$\sum F_i - \sum m_i \cdot a_i = 0 \quad \Rightarrow \quad \sum F_i = \sum m_i \cdot a_i \quad [\text{N}] \quad (12)$$

Za slučaj dinamičke ravnoteže klipnjače prema *Slici 5* može se napisati:

$$(F - F_t) = (m_k + m_p) \cdot a \quad (13)$$

$$(F - \mu \cdot m_p \cdot g) = (m_k \cdot \omega + m_p \cdot \omega) \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\omega}{h} = (m_k + m_p) \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\omega^2}{h} \quad (14)$$

gdje je:

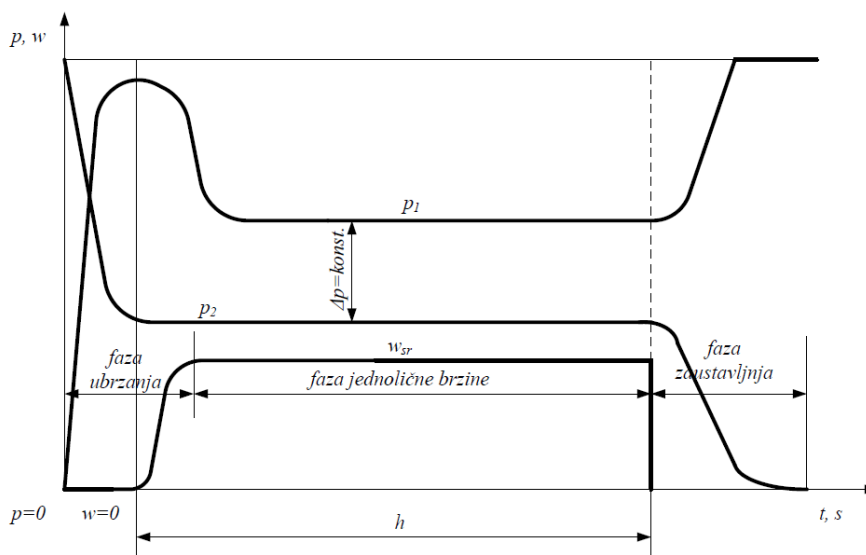
- F – korisna sila na klipnjači, [N]
- F_T – sila trenja klizanja predmeta, [N]
- a – ubrzanje klipnjače (klipa), [m/s²]
- m_p – masa predmeta, [kg]
- m_k – masa klipa i klipnjače, [kg]
- h – hod klipa, [m]
- ω – brzina klip, [s]

Masa klipa i klipnjače m_k vrlo često se može zanemariti.

Sila na klipnjači F nije konstantna već zavisi od položaja i brzine kretanja klipa, odnosno razlici pritiska dobave i ostatnog pristiksa s druge strane klipa. Stoga se brzina kretanja klipa ω , odnosno klipnjače može podijeliti u tri faze (Slika 6):

- faza ubrzanja,
- faza jednolične brzine,
- faza zaustavljanja.

Dovođenjem stlačenog zraka u cilindar, dolazi do povećanja pritiska u cilindru pri čemu se razmjerno povećava sila kojom stlačeni zrak djeluje na radnu površinu klipa. Ukoliko pritisak zraka, odnosno sila kojom pritisak zraka djeluje na površinu klipa dostigne vrijednost veću od zbira svih masa (klip, klipnjača i masa radnog predmeta) počinje *faza ubrzanja*, odnosno ubrzano kretanje čvrsto povezanih masa.



Slika 6. Dijagram pritiska i brzine u dvoradnom cilindru

Ubrzanje tj. prirast brzine od početne vrijednosti ($\omega = 0$) jedne postignute (ω) odvija se do trenutka kada pritisak u cilindru postigne konstantnu vrijednost. Pošto je pritisak konstantan, on i konstantnom silom djeluje na površinu klipa, a kretanje klipa jednoličnom brzinom (*faza jednolične brzine*) osigurava protok zraka u cilindar. Pri kraju kretanja klipa, odnosno nekoliko milimetara prije mrtve tačke započinje *faza zaustavljanja*.

Kod manjih promjera cilindra s dugim hodovima nastaju prevelika opterećenja klipnjače i ležaja za vođenje (očnice). Zbog toga treba naročito obratiti pažnju na opasnost od izvijanja. Naprezanje na izvijanje je najveće u trenutku kad klipnjača dostigne krajnju izvučenu poziciju. Pošto se klipnjača promatra kao tanki štap kružnog presjeka, provjera promjera klipnjače vrši se u pravilu po Euler-u:

$$F_1 = \frac{F_k}{\gamma} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{min}}{\gamma \cdot l_0^2} \quad [N] \quad (15)$$

gdje je:

F_k – kritična sila, [N]

F_1 – sila na klipnjači kod izvlačenja, [N]

E – modul elastičnosti, [N/mm²]

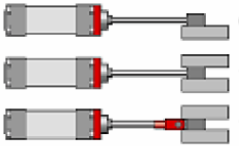
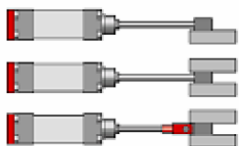
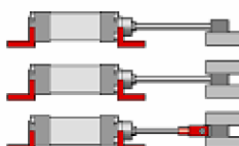















I_{min} – minimalni moment inercije, [mm⁴]

m_k – masa klipa i klipnjače, [kg]

l_0 – slobodna dužina izvijanja (kritična dužina klipnjače), [m]

γ – koeficijent sigurnosti (za čelik 5)

Pri tome je slobodna dužina izvijanja jednaka umnošku dužine hoda klipnjače h i faktora koji ovisi o načinu pričvršćenja tijela cilindra i završetka klipnjače (Slika 7).

Prirubnica na prednjem kraju cilindra	Prirubnica na stražnjem kraju cilindra	Oba kraja cilindra kruto vezana	
			0.5
			1.2
			1.2
			Završetak klipnjače nije čvrsto vođen
			Završetak klipnjače čvrsto vođen
			Završetak klipnjače zgloбно vođen
Uška sa kliznim ležajem na prednjem kraju cilindra	Uška sa kliznim ležajem na stražnjem kraju cilindra	Rukavci na košuljici cilindra	
			0.8
			0.6
			0.7
			1.1
			1.3

Slika 7. Faktor za izračunavanje slobodne duljine izvijanja

Minimalni aksijalni moment inercije I_{min} za kružni presjek klipnjače iznosi:

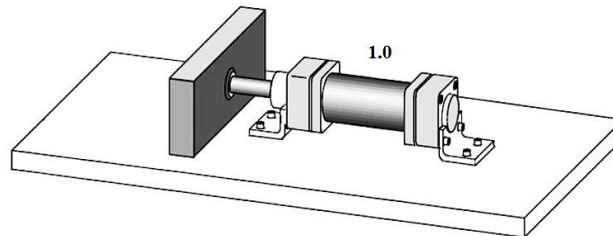
$$I_{min} = I_x = \frac{d^4 \cdot \pi}{64} \quad [mm^4] \quad (16)$$

Iz formule (15) i (16) slijedi:

$$I_{min} = \frac{d^4 \cdot \pi}{64} = \frac{\gamma \cdot F \cdot l_0}{\pi^2 \cdot E} \quad [mm^4] \quad \Rightarrow \quad d = \sqrt[4]{\frac{64 \cdot F_1 \cdot l_0 \cdot \gamma}{\pi^3 \cdot E}} \quad [m] \quad (17)$$

gdje je d promjer klipnjače u mm.

PRIMJER 1: Kada je pritisnut taster aktiviran, klipnjača dvoradnog cilindra (*Slika 8*) se izvlači. Opuštanjem tastera klipnjače se uvlači. Cilindar je malog promjera 25 mm, te zahtjeva mali protok kako bi radio na potrebnoj brzini. Klipnjača je promjera 10 mm. Pritisak dobave je 6 bara (manometarski pritisak).



Slika 8. Položajna skica dvoradnog cilindra

Na osnovu teksta zadatka potrebno je za:

PNEUMATSKO UPRAVLJANJE

- izračunati silu stezanja koju može ostvariti dvoradni cilindar uz faktor $k=0.6$ i hod klipa od 500 mm,
- izračunati volumen zraka koji se dobavlja u dvoradni cilindar,
- izračunati volumni protoka zraka za 5 ciklusa u minuti (pomaka u oba smjera) koji se dobavlja u dvoradni cilindar sveden na atmosfersko stanje zraka pritiska 1,01 bara,
- nacrtati pneumatsku shemu upravljanja,
- označiti shemu upravljanja,
- napraviti specifikaciju elemenata (tablicu),
- navesti funkcije pojedinih pneumatskih elemenata (signalni, procesni i upravljački elementi),
- opisati pneumatsko upravljanje uz opis djelovanja svakog elementa (obvezno navesti početni položaj signalnih elemenata i izvršnog elementa),
- ispitati shemu na računar s programom *FluidSIM Pneumatics*,

ELEKTRIČNO UPRAVLJANJE

- nacrtati elektropneumatsku shemu upravljanja,
- označiti shemu upravljanja,
- napraviti specifikaciju elemenata (tablicu),
- navesti funkcije pojedinih električnih elemenata (signalni, procesni i upravljački elementi),
- opisati električno upravljanje uz opis djelovanja svakog elementa (obvezno navesti početni položaj signalnih elemenata i izvršnog elementa),
- ispitati shemu na računar s programom *FluidSIM Pneumatics*,

Sila stezanja jednaka je sili klipnjače kod njenog izvlačenja:

$$F = k \cdot A_1 \cdot p_{dob} = 0.6 \cdot \left(\frac{0.025^2 \cdot \pi}{4} \right) \cdot 6 \cdot 10^5 = 176.2 \text{ [N]}$$

Volumen zraka koji se dobavlja u cilindar za jedan ciklus:

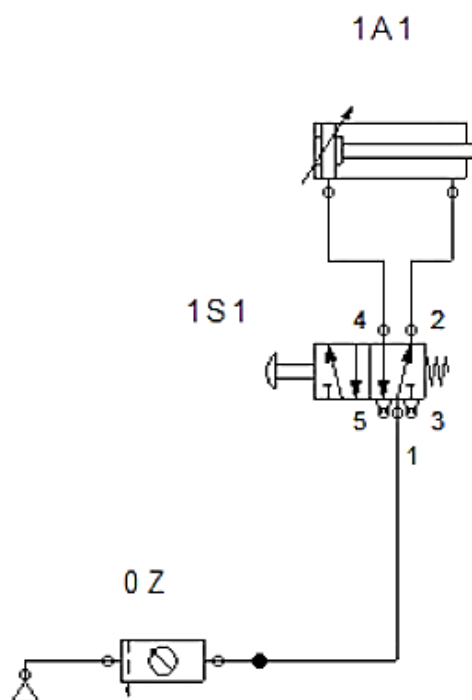
$$\begin{aligned} V = V_1 + V_2 &= h \cdot (A_1 + A_2) = \left(\frac{D^2 \cdot \pi}{4} + (D^2 - d^2) \cdot \frac{\pi}{4} \right) \\ &= 0.5 \cdot \left(\frac{0.025^2 \cdot \pi}{4} + (0.025^2 - 0.010^2) \cdot \frac{\pi}{4} \right) = 0.00023 \text{ [m}^3\text{]} = 0.23 \text{ [l]} \end{aligned}$$

Volumni protoka zraka za 5 ciklusa u minuti (pomaka u oba smjera) koji se dobavlja u dvoradni cilindar sveden na atmosfersko stanje zraka pritiska 1.01 bara:

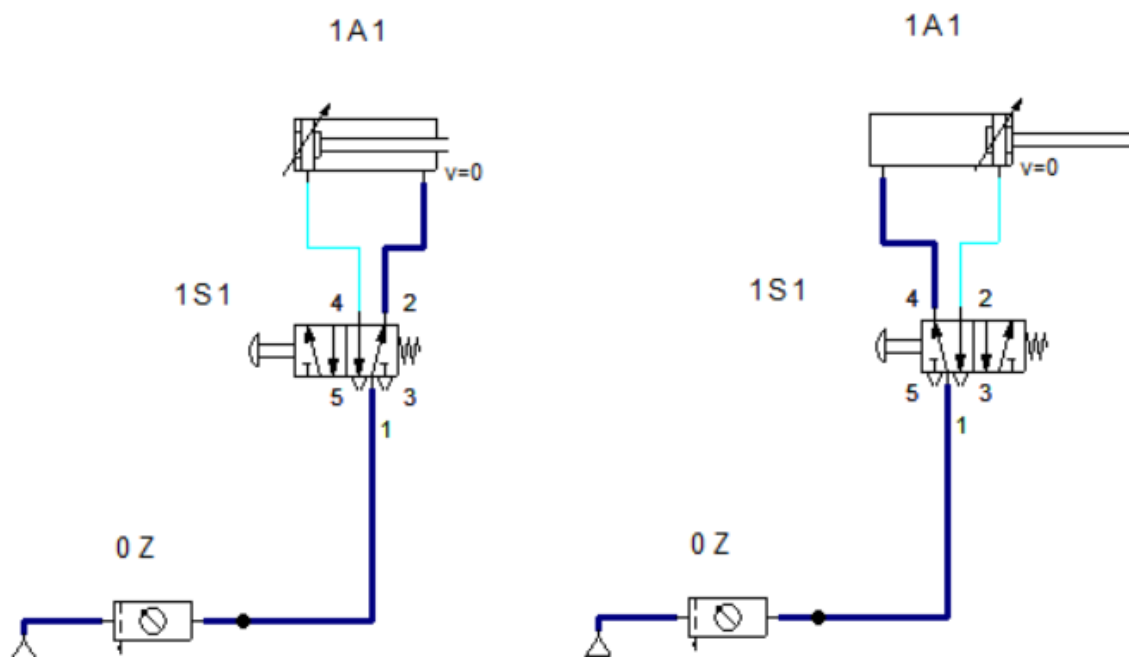
$$Q_1 = Q_2 \cdot \frac{p_2}{p_1} = n \cdot V \cdot \frac{p_2}{p_1} = 5 \cdot 0.00023 \cdot \frac{(6 + 1.01)}{1.01} = 0.00798 \text{ [m}^3\text{/min]}$$

$$Q_1 = 7.98 \text{ [l/min]}$$

Pneumatska shema upravljanja



Slika 9. Pneumatska shema (Primjer 1)

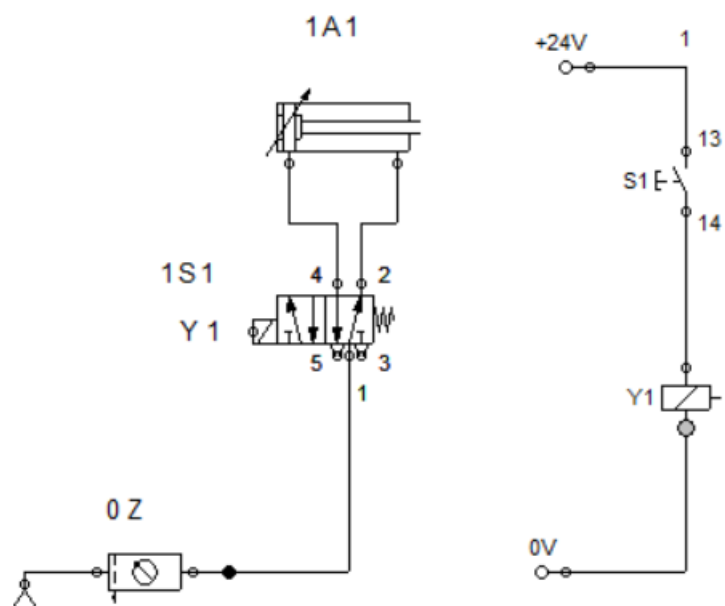


Slika 10. Pneumatska shema (a) taster nije aktiviran (b) taster aktiviran)

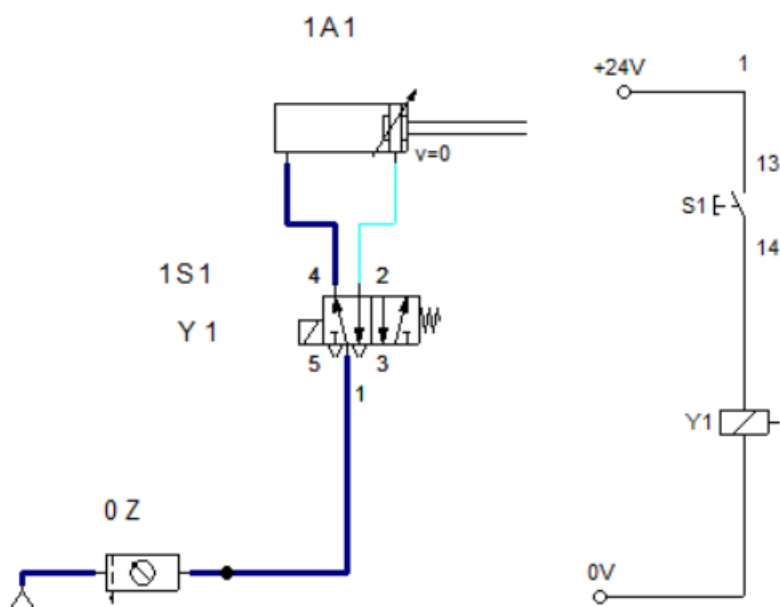
Tabela 1. Specifikacija elemenata

Oznaka	Broj komada	Naziv komponente
0Z	1	Pripremljena grupa elementa-pojednostavljen prikaz
1S1	1	5/2 razvodnik aktiviran tasterom (ručno), povrat oprugom
1A	1	Dvoradni cilindar

Elektropneumatska shema upravljanja



Slika 11. Elektropneumatska shema (Primjer 1)

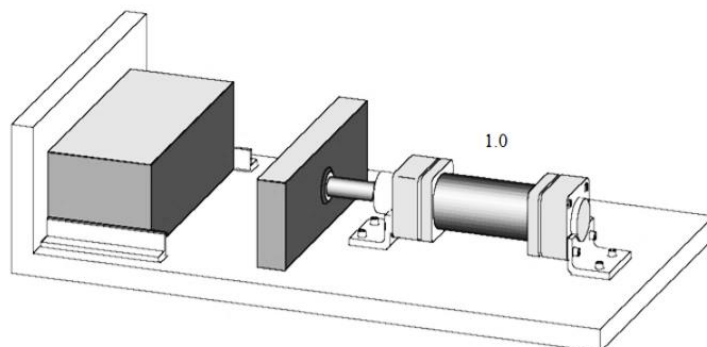


Slika 12. Elektropneumatska shema (taster aktiviran)

Tabela 2. Specifikacija elemenata

Oznaka	Broj komada	Naziv komponente
0Z	1	Pripremna grupa elementa-pojednostavljen prikaz
1S1	1	5/2 elektromagnetski razvodnik, posebno aktiviran, povrat oprugom (monostabil)
1A1	1	Dvoradni cilindar
S1	1	Taster

PRIMJER 2: Dvoradni cilindar pritiskom signalnog tastera steže radni komad (*Slika 13*). Cilindar se uvlači u početni položaj kad se taster otpusti. Cilindar je promjera 250 mm. Pritisak dobave je 6 bara (manometarski pritisak).



Slika 13. Položajna skica uređaja za stezanje

Na osnovu teksta zadatka potrebno je za:

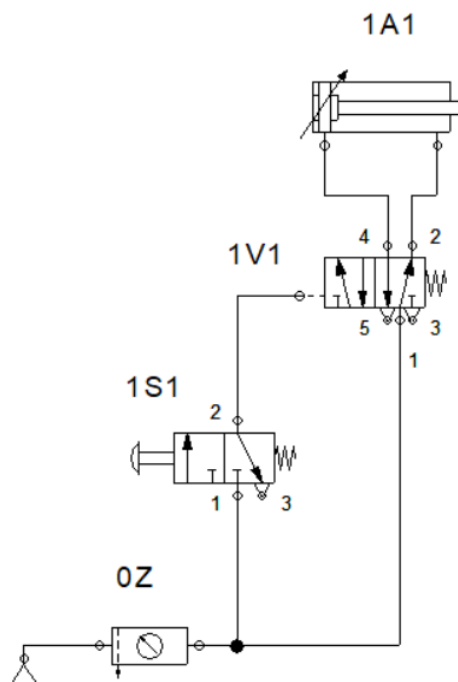
PNEUMATSKO UPRAVLJANJE

- nacrtati pneumatsku shemu upravljanja,
- označiti shemu upravljanja,
- napraviti specifikaciju elemenata (tablicu),
- navesti funkcije pojedinih pneumatskih elemenata (signalni, procesni i upravljački elementi),
- opisati pneumatsko upravljanje uz opis djelovanja svakog elementa (obvezno navesti početni položaj signalnih elemenata i izvršnog elementa),
- ispitati shemu na računar s programom *FluidSIM Pneumatics*,

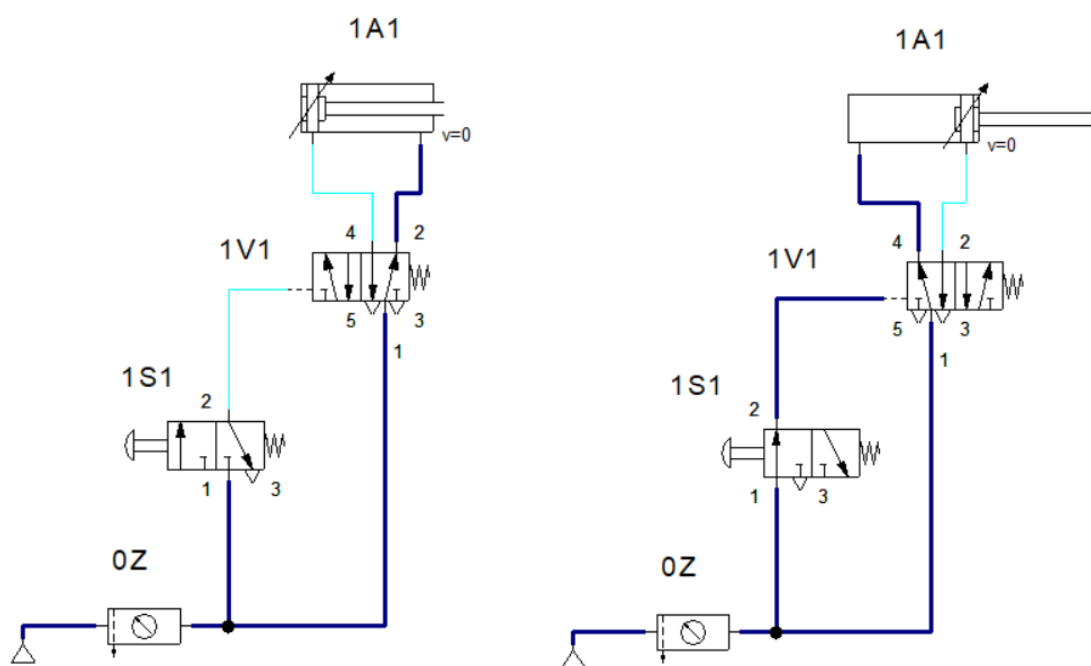
ELEKTRIČNO UPRAVLJANJE

- nacrtati elektropneumatsku shemu upravljanja,
- označiti shemu upravljanja,
- napraviti specifikaciju elemenata (tablicu),
- navesti funkcije pojedinih električnih elemenata (signalni, procesni i upravljački elementi),
- opisati električno upravljanje uz opis djelovanja svakog elementa (obvezno navesti početni položaj signalnih elemenata i izvršnog elementa),
- ispitati shemu na računar s programom *FluidSIM Pneumatics*,

Pneumatska shema upravljanja



Slika 14. Pneumatska shema (Primjer 2)

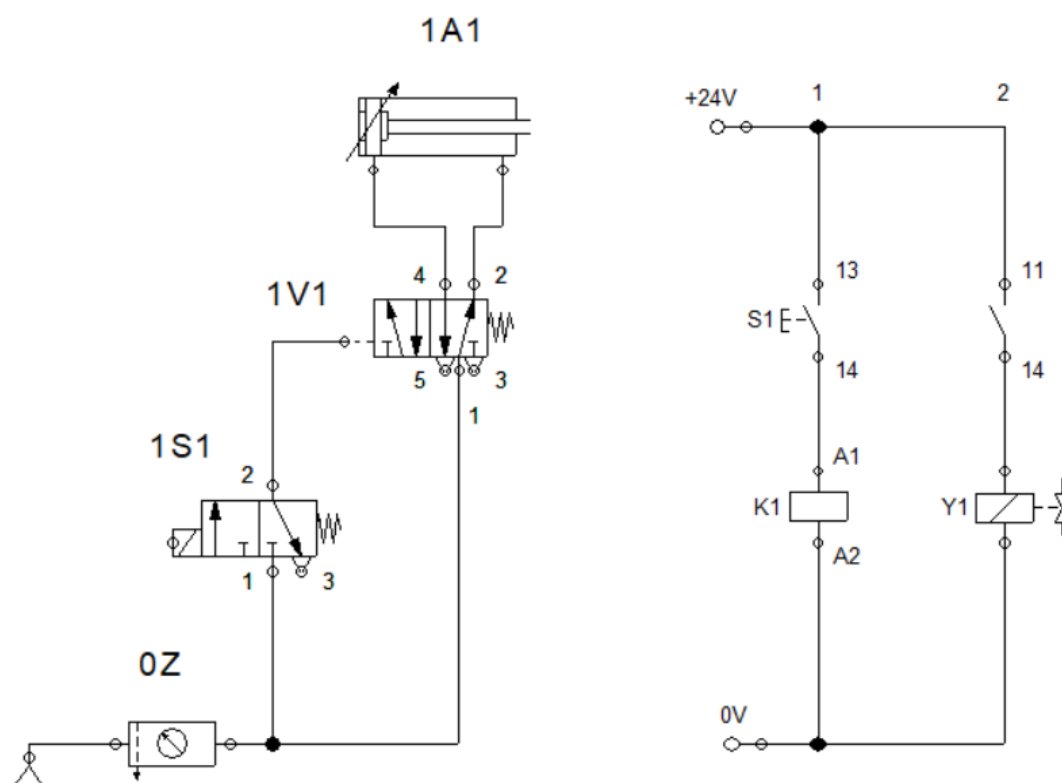


Slika 15. Pneumatska shema (a) taster nije aktiviran) (b) taster aktiviran)

Tabela 3. Specifikacija elemenata

Oznaka	Broj komada	Naziv komponente
0Z	1	Pripremnna grupa elementa-pojednostavljen prikaz
1S1	1	5/2 razvodnik aktiviran tasterom (fizički), normalno zatvoren, povrat oprugom
1V1	1	5/2 razvodnik aktiviran porastom pritiska, povrat oprugom (monostabil)
1A1	1	Dvoradni cilindar

Elektropneumatska shema upravljanja



Slika 16. Elektropneumatska shema (Primjer 2)

Tabela 4. Specifikacija elemenata

Oznaka	Broj komada	Naziv komponente
0Z	1	Pripremna grupa elementa-pojednostavljen prikaz
1V1	1	5/2 elektromagnetski razvodnik, povrat oprugom (monostabil)
1A1	1	Dvoradni cilindar
S1	1	Taster
K1	1	Relej