



MINISTERSTWO EDUKACJI
i NAUKI



Anna Kordowicz-Sot

Analizowanie działania układów pneumatycznych 311[50].O1.07

Poradnik dla ucznia

Wydawca

**Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy
Radom 2005**

Recenzenci:

dr inż. Jerzy Gustowski

dr hab. inż. Krzysztof Pacholski

Konsultacja:

dr Janusz Figurski

Opracowanie redakcyjne:

mgr inż. Katarzyna Maćkowska

Korekta:

mgr Joanna Iwanowska

Poradnik stanowi obudowę dydaktyczną programu jednostki modułowej Analizowanie działania układów pneumatycznych 311[50].O1.07 zawartego w modułowym programie nauczania dla zawodu technik mechatronik.

Wydawca

Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2005

SPIS TREŚCI

1. Wprowadzenie	3
2. Wymagania wstępne	4
3. Cele kształcenia	5
4. Materiał nauczania	6
4.1. Podstawowe pojęcia i prawa fizyki stosowane w pneumatyce	6
4.1.1. Materiał nauczania	6
4.1.2. Pytania sprawdzające	10
4.1.3. Ćwiczenia	10
4.1.4. Sprawdzian postępów	12
4.2. Elementy wykonawcze	12
4.2.1. Materiał nauczania	12
4.2.2. Pytania sprawdzające	20
4.2.3. Ćwiczenia	20
4.2.4. Sprawdzian postępów	23
4.3. Zawory	23
4.3.1. Materiał nauczania	23
4.3.2. Pytania sprawdzające	29
4.3.3. Ćwiczenia	30
4.3.4. Sprawdzian postępów	33
4.4. Podstawowe układy pneumatyczne	33
4.4.1. Materiał nauczania	33
4.4.2. Pytania sprawdzające	37
4.4.3. Ćwiczenia	37
4.4.4. Sprawdzian postępów	40
5. Sprawdzian osiągnięć	41
6. Literatura	45

1. WPROWADZENIE

Poradnik ten będzie Ci pomocny w przyswajaniu wiedzy o podstawowych elementach i układach pneumatycznych.

W poradniku znajdziesz:

- wykaz umiejętności, jakie musisz posiadać, aby bez trudności opanować materiał niniejszej jednostki,
- wykaz umiejętności, jakie ukształtujesz podczas pracy z poradnikiem,
- materiał nauczania – „pigulka” wiadomości teoretycznych niezbędnych do opanowania treści jednostki modułowej,
- zestaw pytań, abyś mógł sprawdzić, czy już opanowałeś podane treści,
- ćwiczenia pomogą Ci zweryfikować wiadomości teoretyczne oraz ukształtować umiejętności praktyczne,
- sprawdzian postępów,
- sprawdzian osiągnięć, przykładowy zestaw zadań i pytań. Zaliczenie testu potwierdzi opanowanie materiału całej jednostki modułowej,
- literaturę uzupełniającą.

Gwiazdką oznaczono pytania i ćwiczenia, których rozwiązanie może Ci sprawiać trudności. W razie wątpliwości zwróć się o pomoc do nauczyciela.

Jednostka modułowa „Analizowanie działania układów pneumatycznych” jest wprowadzeniem do jednostki „Projektowanie układów elektropneumatycznych urządzeń i systemów mechatronicznych”.

2. WYMAGANIA WSTĘPNE

Przystępując do realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- posługiwać się podstawowymi pojęciami z zakresu statyki, dynamiki i kinematyki,
- takimi jak: masa, siła, prędkość, energia,
- korzystać z różnych źródeł informacji,
- obsługiwać komputer,
- współpracować w grupie,
- stosować przepisy bezpiecznej pracy przy urządzeniach pneumatycznych,
- stosować zasady ochrony środowiska obowiązujące na stanowisku pracy.

3. CELE KSZTAŁCENIA

W wyniku realizacji programu jednostki modułowej powinieneś umieć:

- zdefiniować podstawowe pojęcia z zakresu pneumatyki,
- zinterpretować podstawowe prawa fizyczne wykorzystywane w układach pneumatycznych,
- sklasyfikować elementy układów pneumatycznych ze względu na budowę i przeznaczenie,
- wyjaśnić zasadę działania siłowników i silników pneumatycznych,
- zastosować prawa fizyczne i zależności matematyczne do prostych obliczeń w układach pneumatycznych,
- zinterpretować informacje techniczne zawarte na schematach układów pneumatycznych,
- dobrać typowe elementy układów pneumatycznych,
- połączyć proste układy pneumatyczne na podstawie schematów,
- zastosować zasady bhp obowiązujące na stanowisku pracy.

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Podstawowe pojęcia i prawa fizyki stosowane w pneumatyce

4.1.1. Materiał nauczania

Gazy charakteryzują się płynnością. Oznacza to, że przybierają kształt naczynia, w którym się znajdują. W związku z tym gazy określamy nazwą – płyny.

Najważniejsze właściwości płynów to:

- gęstość,
- ciężar właściwy,
- ściśliwość,
- lepkość.

Gęstość jest to masa jednostki objętości

$$\rho = \frac{m}{V}$$

gdzie:

ρ – gęstość [kg/ m³],

m – masa [kg],

V – objętość [m³].

Gęstość powietrza także innych gazów zmienia się wraz z temperaturą i ciśnieniem zgodnie z równaniem stanu gazu doskonałego:

$$p \cdot V = m \cdot R \cdot T,$$

po przekształceniach

$$\rho = \frac{p}{R \cdot T},$$

gdzie:

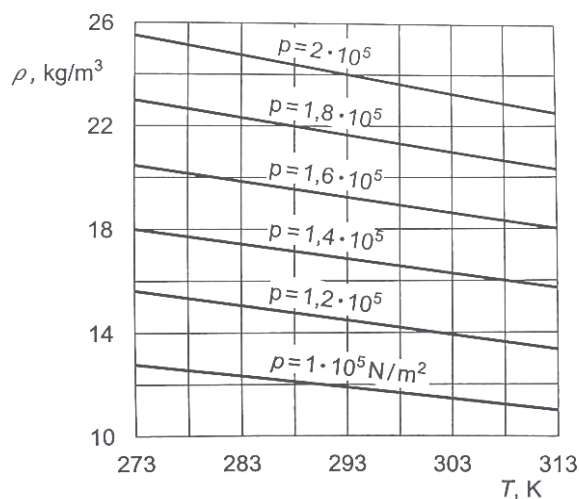
R – stała gazowa, dla powietrza $R = 287 \text{ m}^2 / (\text{s}^2 \cdot \text{K})$,

T – temperatura [K],

p – ciśnienie [Pa},

m – masa [kg].

Na rys. 1 przedstawiono zależność gęstości powietrza od ciśnienia i temperatury.



Rys. 1. Zależność gęstości powietrza od ciśnienia i temperatury []

Ciężar właściwy jest to ciężar jednostki objętości

$$\gamma = \frac{G}{V},$$

gdzie:

γ – ciężar właściwy [N/m²],

G – ciężar [N],

V – objętość [m³].

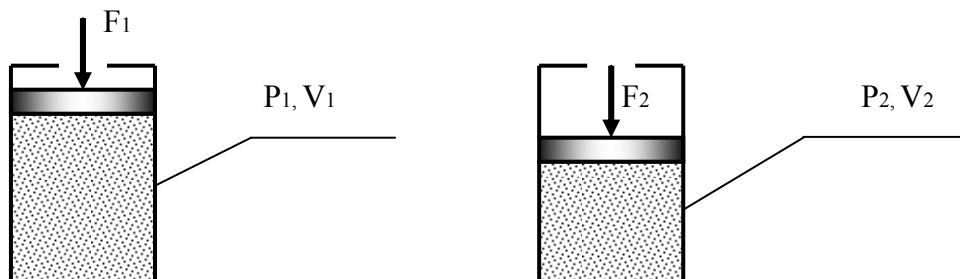
W gazach obowiązuje równanie stanu gazów wyrażone zależnością:

$$\frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} = \frac{P_3 \cdot V_3}{T_3} = \text{const.}$$

Wszystkie gazy są ściśliwe. Posiadają zdolność do zmiany objętości.

Przy stałej temperaturze obowiązuje prawo Boyle’a i Mariotte’a.

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2 = \text{const.}$$



Rys. 2. Zmiana objętości gazów przy stałej temperaturze

Przy stałym ciśnieniu powietrze zmienia swoją objętość pod wpływem zmian temperatury, zgodnie z prawem Gay-Lussaca.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \text{const.}$$

Lepkość jest to właściwość polegająca na tym, że podczas przemieszczania się płynu w przewodzie, pomiędzy sąsiednimi warstwami płynu występuje tarcie wewnętrzne i powstają naprężenia styczne.

Wraz ze wzrostem temperatury lepkość gazów rośnie. Wzrost temperatury powoduje zwiększenie ruchliwości cząsteczek, które zderzając się, zmniejszają swoją ruchliwość, w wyniku czego lepkość gazu rośnie.

Ciśnienie jest to skalarna wielkość fizyczna, występująca w płynie, gdy na dowolnie mały element powierzchni wewnątrz obszaru wypełnionego płynem działa prostopadle siła.

Liczbowo ciśnienie jest równe stosunkowi siły prostopadłej do danej powierzchni do pola tej powierzchni.

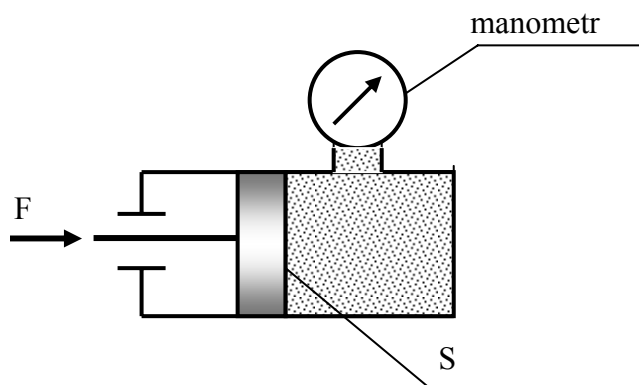
$$p = \frac{F}{S} \cdot \left[\frac{N}{m^2} \right],$$

gdzie:

F – siła,

S – powierzchnia.

Na rys. 3 przedstawiono cylinder wypełniony gazem. Manometr wskaże wartość ciśnienia powstałego w wyniku działania siły F na powierzchnię tłoczka S .



Rys. 3. Przykład definiujący ciśnienie

Jednostkami ciśnienia w układzie SI są:

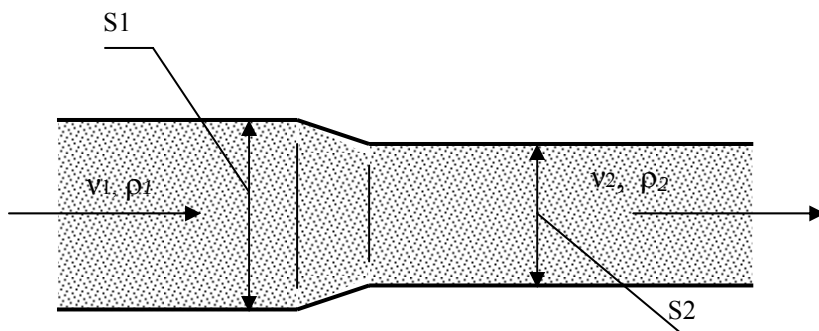
$$1\text{Pa} = 1 \text{ N/m}^2,$$

$$1\text{Pa} = 10^{-5} \text{ bar}.$$

Dynamikę płynów opisują dwa prawa:

1. Prawo zachowania masy.
2. Prawo zachowania energii.

Prawo zachowania masy określa, że masa nie może powstawać ani zanikać. Prawo zachowania masy odniesione do płynów nosi nazwę prawa ciągłości przepływu płynów i jest opisane równaniem ciągłości. Masa płynu, jak przepłynie w czasie t przez powierzchnię S_1 równa jest masie płynu, jaka przepłynie w tym czasie przez powierzchnię S_2 (rys. 4).



Rys. 4. Prawo ciągłości płynów

$$S_1 \cdot v_1 \cdot \rho_1 \cdot t = S_2 \cdot v_2 \cdot \rho_2 \cdot t,$$

stąd

$$S_1 \cdot v_1 \cdot \rho_1 = S_2 \cdot v_2 \cdot \rho_2,$$

gdzie:

S_1, S_2 – przekroje poprzeczne,

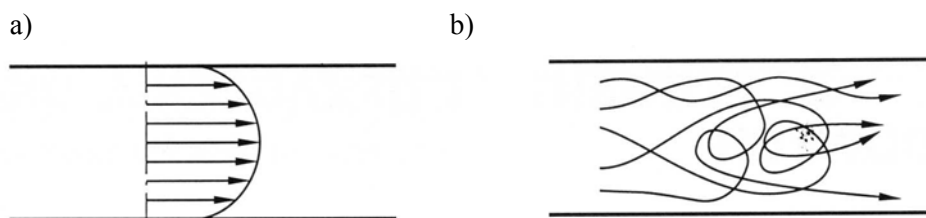
ρ_1, ρ_2 – gęstości płynu odpowiednio w przekrojach S_1, S_2 ,

v_1, v_2 – prędkość płynu.

Prawo zachowania energii określa, że energia nie może powstawać ani zanikać, może jedynie następować przemiana z jednej postaci energii w drugą.

Obserwując strugę płynu, można zaobserwować dwa rodzaje przepływów (rys. 5):

- przepływ laminarny (uwarstwowiony),
- przepływ turbulentny (burzliwy).



Rys. 5. Rozkład prędkości w strudze: a) przepływ laminarny, b) turbulentny [2]

Liczba Reynoldsa (Re) – informuje o rodzaju przepływu. Dla przewodu rurowego określa ją następująca zależność:

$$Re = \frac{v_{\text{śrd}} \cdot d \cdot \rho}{\mu},$$

gdzie:

$v_{\text{śrd}}$ – średnia prędkość przepływu,

d – średnica rury,

μ – współczynnik lepkości dynamicznej,

ρ – gęstość płynu.

Dla $Re < 2070$ występuje przepływ laminarny, dla $2070 > Re$ – przepływ turbulentny. W obszarze $2070 < Re < 2800$ może wystąpić przepływ laminarny lub turbulentny.

W praktyce przyjmuje się wartość $Re_{kr} = 2300$, jako wartość rozgraniczającą rodzaje przepływów.

4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie są podstawowe właściwości gazów?
2. Jak zależy gęstość gazów od temperatury?
3. Jak zależy lepkość od temperatury?
4. Jak brzmi prawo Boyle'a i Mariotte'a?
5. Jak brzmi prawo Gay-Lussaca?
6. Jak brzmi prawo ciągłości płynów?
7. Jak brzmi prawo zachowania energii?
8. Jakie znasz rodzaje przepływów?
9. Co charakteryzuje liczba Reynoldsa?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Udowodnij, że $\gamma = \rho \cdot g$,

gdzie:

γ – ciężar właściwy,

ρ – gęstość,

g – przyspieszenie ziemskie.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) odszukać odpowiednie wzory na gęstość, ciężar właściwy oraz zależność siły od masy,
- 2) wykonać przekształcenia wzorów i zależności.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- literatura zgodna z punktem 6,
- poradnik dla ucznia.

Ćwiczenie 2

Powietrze o ciśnieniu 2 bary wypełnia zamkniętą, elastyczną komorę o objętości 2 m^3 . Jakie będzie ciśnienie powietrza, jeżeli pod działaniem sił zewnętrznych zmniejszono objętość komory do objętości 1 m^3 .

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś

- 1) odszukać odpowiednie wzory,
- 2) wykonać obliczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura zgodna z punktem 6,
- poradnik dla ucznia.

Ćwiczenie 3

Powietrze znajdujące się w temperaturze 295 K wypełnia elastyczny balon o objętości 1 m³. Oblicz, o ile zwiększy się objętość powietrza, jeśli zostanie ono podgrzane do temperatury 350 K.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinienś

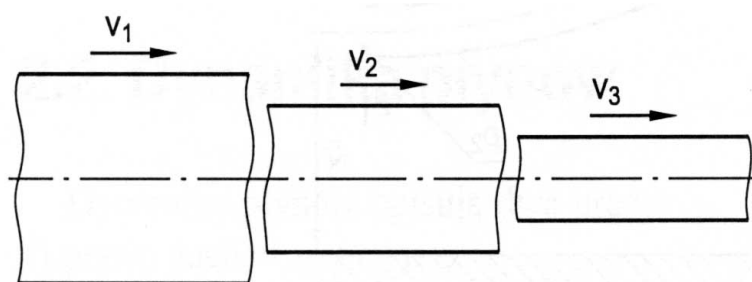
- 1) odszukać odpowiednie wzory,
- 2) wykonać obliczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura zgodna z punktem 6,
- poradnik dla ucznia.

Ćwiczenie 4

Do przedstawionego na rys. 6 schematu zastosuj prawo ciągłości przepływu. Zaznacz na schemacie potrzebne parametry.



Rys. 6. Rysunek do ćwiczenia 4

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienś:

- 1) odszukać odpowiednie wzory,
- 2) wprowadzić brakujące parametry,
- 3) podstawić parametry do wzorów

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura zgodna z punktem 6,
- poradnik dla ucznia.

4.1.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:	Tak	Nie
1) określić podstawowe właściwości płynów?	☐	☐
2) zastosować prawo Boyle'a i Mariotte'a?	☐	☐
3) zastosować prawo Gay-Lussaca?	☐	☐
4) zastosować prawo ciągłości przepływu płynów?	☐	☐
5) określić rodzaje przepływów?	☐	☐
6) zdefiniować liczbę Reynoldsa?	☐	☐

4.2. Elementy wykonawcze

4.2.1. Materiał nauczania

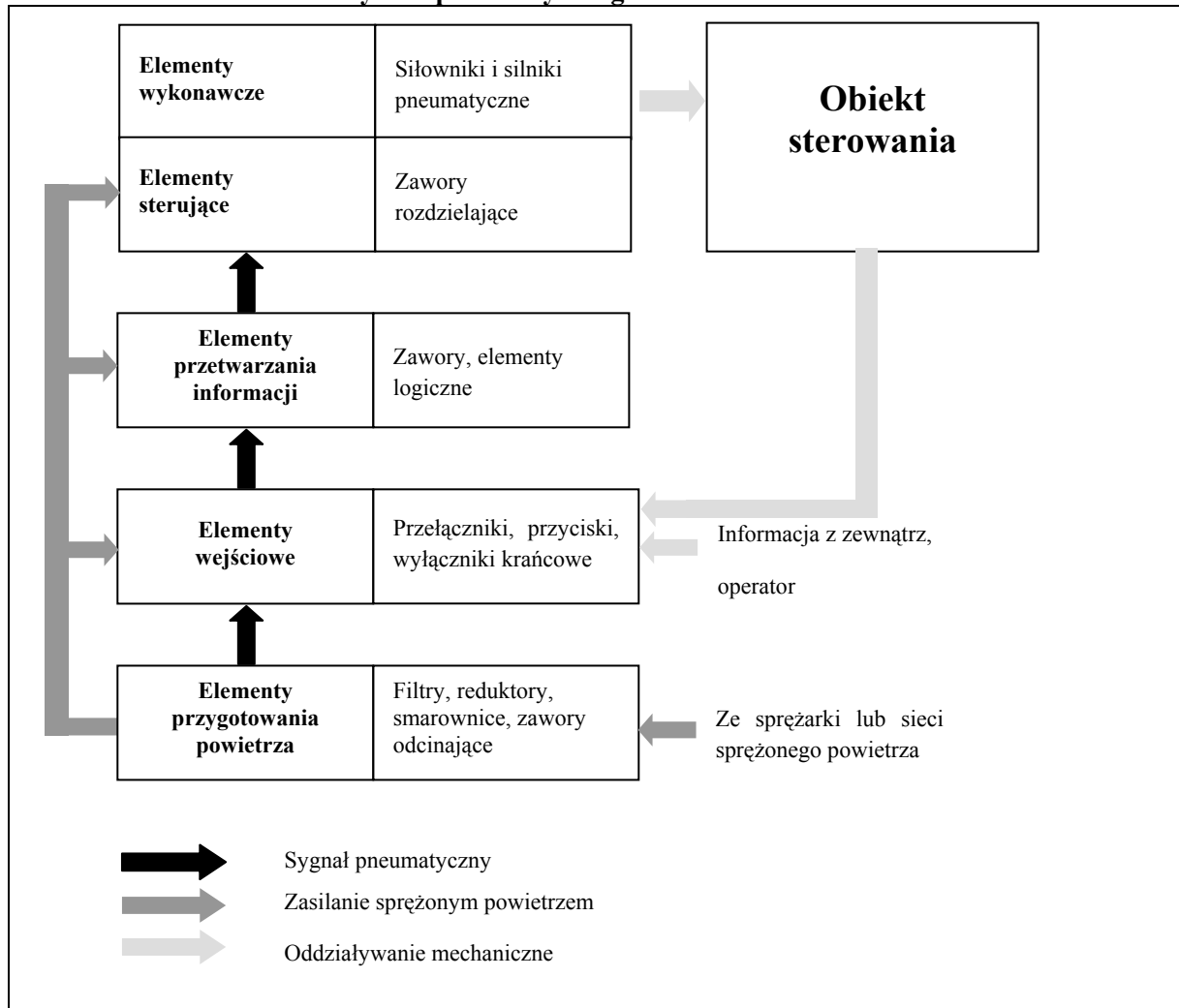
Elementy i urządzenia wykonawcze układów pneumatycznych to siłowniki i silniki. W tabeli 1 przedstawiono bloki funkcjonalne napędu pneumatycznego i przypisane im urządzenia.

Tabela 1. Elementy i urządzenia pneumatycznego układu napędowego [2]

Bloki funkcjonalne układu napędowego	Napęd pneumatyczny
Źródło energii mechanicznej	silnik elektryczny
Źródło ciśnienia	sprężarka
Urządzenia regulujące i sterujące	zawory
Odbiorniki energii	siłowniki pneumatyczne, silniki pneumatyczne

Na rysunku 7 przedstawiono ogólną strukturę pneumatycznego układu sterowania. Sprężone powietrze dostarczane ze sprężarki lub z sieci zakładowej przepływa kolejno poprzez elementy przygotowania sprężonego powietrza, elementy wejściowe, elementy sterujące i dopływa do elementów wykonawczych oddziaływujących na obiekt sterowania. Strzałkami pokazano powiązania między poszczególnymi blokami układu.

Przykład pneumatycznego układu sterowania



Rys. 7. Struktura pneumatycznego układu sterowania

Elementy i urządzenia układów napędowych można przedstawić na rysunkach w mniej lub bardziej uproszczony sposób lub za pomocą umownych symboli. Symbole te, zawarte w Polskiej Normie PN-ISO 1219-1, w sposób bardzo uproszczony oddają istotę konstrukcji przedstawionych elementów (tabela 2).

Tabela 2. Wybrane symbole graficzne elementów i urządzeń pneumatycznych

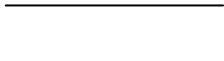
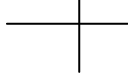
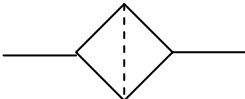
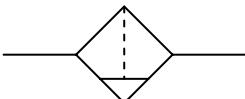
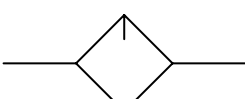
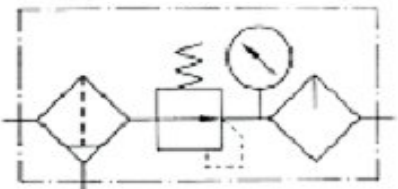
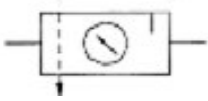
Określenie	Zastosowanie wyrobu lub objaśnienie symbolu	Symbol graficzny
linia: ciągła	-przewód roboczy - przewód zasilania sterowania - przewód powrotny - przewód elektryczny	
kreskowa	- przewód sygnału sterowania, wewnętrzny i zewnętrzny -przewód odprowadzania przecieków wewnętrznych, spustowych albo odpowietrzający - filtr - położenie chwilowe	
punktowa	- obrysowanie dwóch lub więcej symboli elementów funkcjonalnych stanowiących zespół w obrębie jednego urządzenia	
podwójna	- połączenie mechaniczne (wał, dźwignie, tłoczysko)	
połączenia		
skrzyżowanie	-bez połączenia	
źródło energii pneumatycznej	- symbol ogólny uproszczony	



Tabela 2 (ciąg dalszy)

Określenie	Zastosowanie wyrobu lub objaśnienie symbolu	Symbol graficzny
zawór sterujący natężeniem przepływu	natężenie przepływu zależy od zmian ciśnienia wejściowego lub od temperatury, lub od lepkości	
zawór dławiący nastawialny	bez wskazania sposobu sterowania albo stanu zaworu, normalnie bez położenia całkowicie zamkniętego	
zawór zasuwowy odcinający	normalnie z jednym położeniem całkowicie zamkniętym (patrz też ISO 35110-1).	
zawór odcinający	dwie drogi przepływu, dwa niezależne położenia, sterowany siłą mięśni	
zawór zwrotny – nie obciążony	otwiera się wówczas, gdy ciśnienie wejściowe jest wyższe niż ciśnienie wyjściowe	
– obciążony sprężyną	otwiera się wówczas, gdy ciśnienie wejściowe jest wyższe niż sumy ciśnienia wyjściowego i ciśnienia wynikającego z siły sprężyny	
zawór dławiąco-zwrotny jednokierunkowy	z nastawialnym dławieniem, ze swobodnym przepływem w jednym kierunku i dławionym przepływem w przeciwnym kierunku	
zawór sterujący kierunkiem przepływu 3/2	trzy drogi przepływu, dwa niezależne położenia, jedno nie ustalone położenie pośrednie, sterowanie elektromagnesem, a powrót wymuszony sprężyną	
zawór sterujący kierunkiem przepływu 5/2	pięć dróg przepływu, dwa niezależne położenia, sterowania za pomocą ciśnienia w obu kierunkach	
przełącznik obiegu <i>wyjaśnienie krajowe:</i> <i>zawór logiczny LUB</i>	droga wejściowa połączona z wyższym ciśnieniem jest automatycznie łączona z drogą wyjściową w chwili, gdy druga droga wejściowa jest zamykana	
zawór podwójnego sygnału <i>wyjaśnienie krajowe:</i> <i>zawór logiczny I</i>	droga wyjściowa jest otwarta tylko wówczas, gdy obydwie drogi wejściowe są pod ciśnieniem	
zawór szybkiego spustu	jeżeli na drodze wejściowej nastąpi spadek ciśnienia, to droga wyjściowa samoczynnie otwiera się do atmosfery i następuje swobodny wylot czynnika	

Tabela 2 (ciąg dalszy)

Określenie	Zastosowanie wyrobu lub objaśnienie symbolu	Symbol graficzny
filtr	symbol ogólny	
filtr z oddzielnikiem ze spustem siła mięśni		
smarownica	olej jest wprowadzany do powietrza w celu smarowania urządzeń, do którego jest wprowadzane powietrze	
zespół elementów przygotowujących płyn	może składać się na przykład z filtru z oddzielnikiem, zaworu redukcyjnego, manometru, smarownicy	Szczegółowy  Uproszczony 
	pionowa strzałka oznacza oddzielnik	

Siłowniki są to urządzenia przekształcające energię płynów na energię mechaniczną.

Ze względu na rodzaj uzyskiwanego ruchu rozróżnia się dwie grupy:

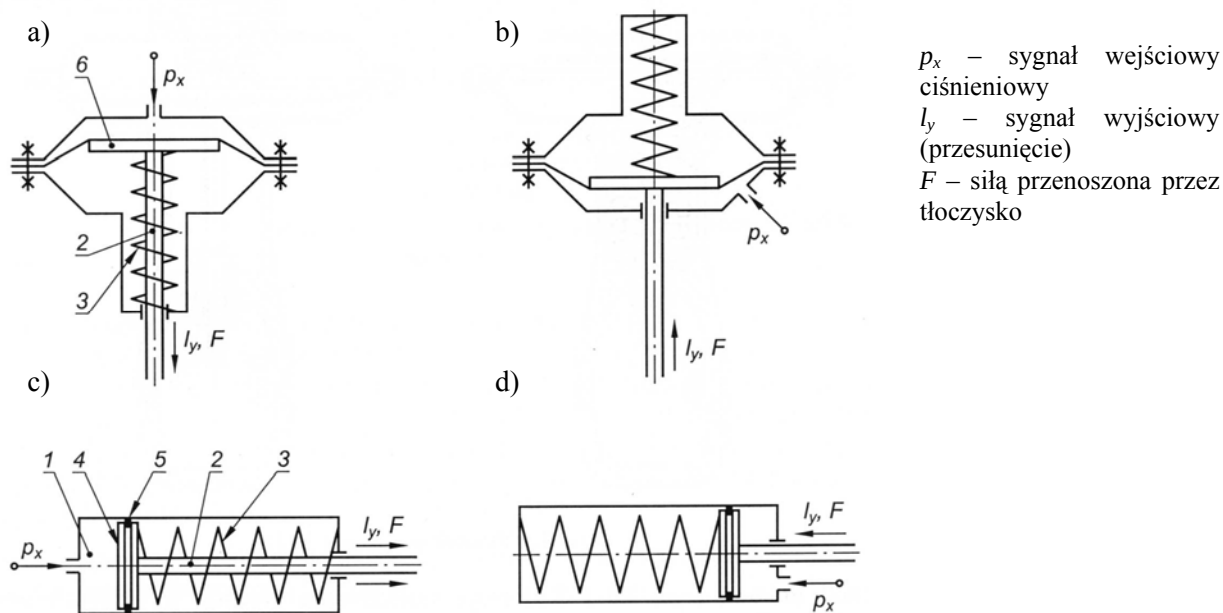
- siłowniki o ruchu liniowym,
- siłowniki o ruchu obrotowym.

Ze względu na sposób wymuszenia ruchu tłoczyska siłowniki dzielimy na:

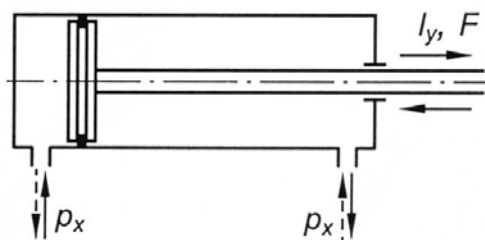
- siłowniki jednostronnego działania,
- siłowniki dwustronnego działania.

W siłowniku jednostronnego działania (rys. 8) ruch tłoczyska w jedną stronę jest wymuszony przez ciśnienie czynnika roboczego, w drugą – przez siłę sprężyny lub siłę ciężaru tłoka. Siłowniki jednostronnego działania w zależności od tego, czy podawane ciśnienie powoduje wysunięcie tłoczyska, czy wsunięcie – dzielą się odpowiednio, na siłowniki o działaniu prostym lub odwrotnym.

W siłownikach dwustronnego działania ruch tłoczyska w obu kierunkach wymuszany jest ciśnieniem czynnika podawanego przemiennie do komór siłownika (rys. 9).



Rys. 8. Schematy konstrukcji siłowników jednostronnego działania: a) membranowy o działaniu prostym; b) membranowy o działaniu odwrotnym; c) tłokowy o działaniu prostym; d) tłokowy o działaniu odwrotnym; 1 – tuleja/cylinder, 2 – tłoczysko, 3 – sprężyna, 4 – tłok, 5 – zespół uszczelnień, 6 – membrana [2]

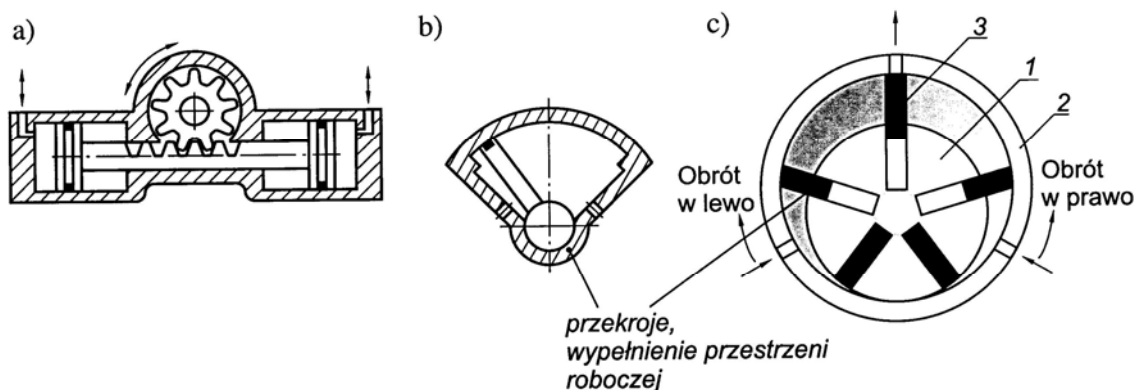


Rys. 9. Siłownik tłokowy dwustronnego działania [2]

Siłowniki specjalnej konstrukcji o ruchu liniowym:

- siłowniki z tłoczyskiem dwustronnym,
- siłowniki wielopozycyjne,
- siłowniki udarowe,
- siłowniki bez tłoczyskowe.

Najczęściej spotykane siłowniki o ruchu obrotowym: wahliwe zębate, wahliwe łopatkowe (rys. 10).



Rys. 10. Siłowniki o ruchu obrotowym: a) wahliwy zębaty, b) wahliwy łopatkowy, c) silnik łopatkowy; 1 – wirnik, 2 – obudowa, 3 – łopatki [2]

W silnikach pneumatycznych energia zawarta w sprężonym powietrzu zamieniana jest na energię ruchu obrotowego.

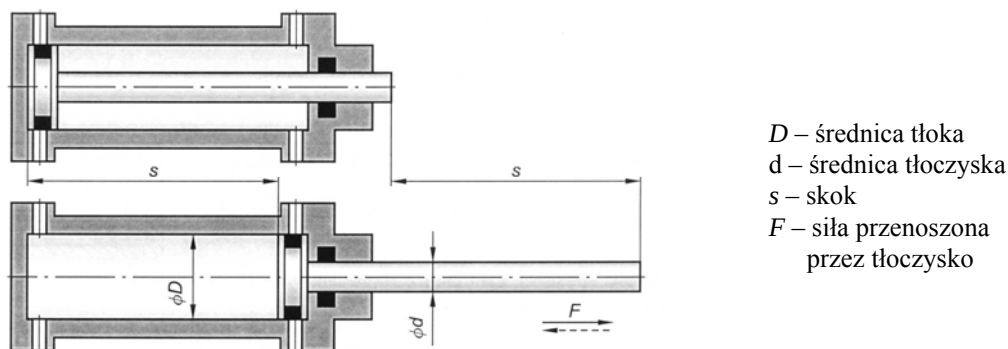
Ze względu na konstrukcję silniki pneumatyczne dzielą się na:

- tłokowe,
- łopatkowe,
- zębate.

W silniku łopatkowym (rys. 10c) wirnik osadzony jest mimośrodowo względem obudowy. Wpływające pod ciśnieniem powietrze wymusza ruch obrotowy wirnika. Na skutek działania siły odśrodkowej łopatki dociskane są do obudowy zapewniając szczelność komór.

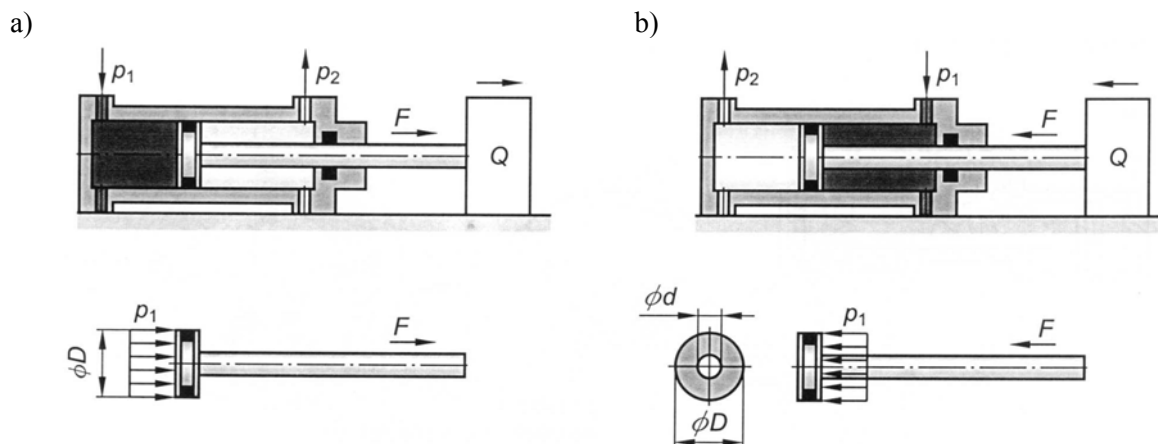
Do najważniejszych zalet silników pneumatycznych należą: duża przeciążalność, łatwość uzyskania wysokich obrotów, bezstopniowa regulacja obrotów, krótka droga hamowania.

Podstawowe parametry siłowników zostały przedstawione na przykładzie siłownika dwustronnego działania z tłoczyskiem jednostronnym (rys. 11).



Rys. 11. Podstawowe parametry konstrukcyjne siłownika tłokowego [2]

Siła przenoszona przez tłoczysko, w zależności od kierunku podawania płynu do komór siłownika, może być siłą pchającą bądź ciągnącą (rys. 12).



Rys. 12. Sposoby uzyskiwania siły przenoszonej przez tłoczek: a) pchająca, b) ciągnącej [2]

Siła czynna, pchająca $F = F_p$, przy wysuwaniu

$$F_p = p_1 \cdot A_1 \cdot \eta,$$

gdzie:

p_1 – ciśnienie robocze

$$A_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4},$$

η – współczynnik sprawności,

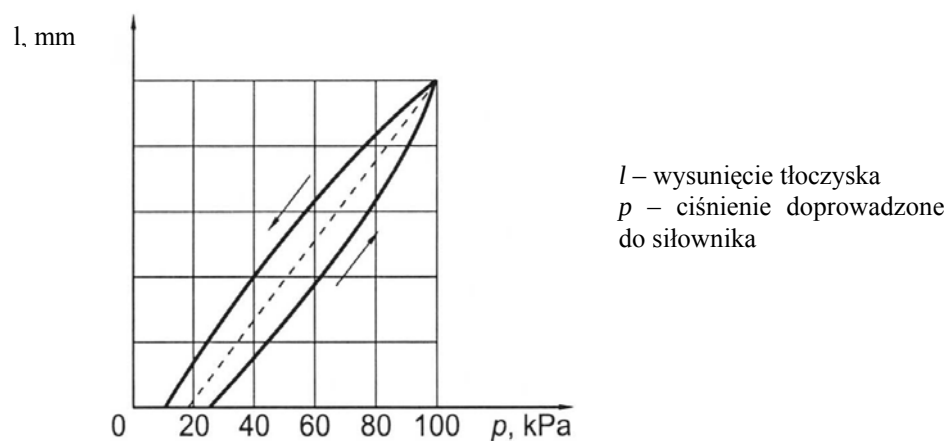
Siła czynna, ciągnąca $F = F_c$, przy wsuwaniu

$$F_c = p_1 \cdot A_2 \cdot \eta,$$

gdzie:

$$A_2 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}.$$

Charakterystykę statyczną siłownika jednostronnego działania, czyli zależność $l = f(p)$ przedstawiono na rys. 13.



Rys. 13. Charakterystyka statyczna siłownika pneumatycznego [2]

Obliczanie parametrów siłownika jednostronnego działania

Siła F czynna przenoszona przez tłoczysko:

$$F = A \cdot p \cdot \eta$$

gdzie:

A – powierzchnia tłoka,

p – ciśnienie w komorze siłownika.

η – sprawność siłownika

4.2.2. Pytania sprawdzające

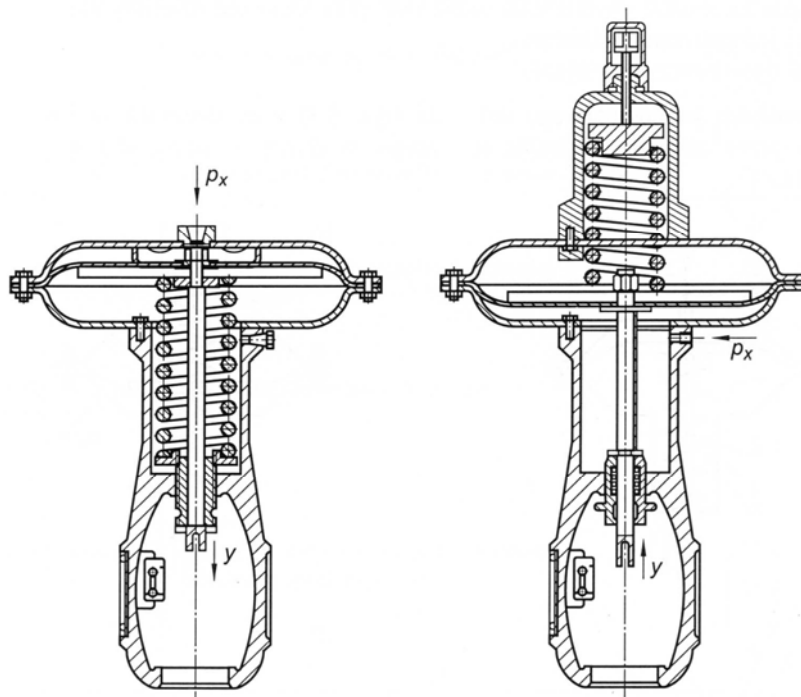
Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonywania ćwiczeń

1. Co to jest siłownik?
2. Jaki jest podział siłowników ze względu na konstrukcję?
3. Jaka jest zasada działania siłownika jednostronnego działania?
4. Jaka jest zasada działania siłownika dwustronnego działania?
5. Jaka jest różnica między siłownikiem o działaniu prostym a odwrotnym?
6. Jakie parametry charakteryzują siłownik?
7. Od czego zależy siła przenoszona przez tłoczysko siłownika dwustronnego działania?
8. Co to jest charakterystyka statyczna siłownika?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Na rysunku 14 przedstawiono przykładowe konstrukcje siłowników. Określ, jakiego rodzaju siłowniki są pokazane. Wyjaśnij zasadę działania każdego z nich.



Rys. 14. Rysunek do ćwiczenia 1 [2]

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) rozpoznać siłowniki,
- 2) wskazać i nazwać podstawowe elementy konstrukcyjne siłowników,
- 3) określić zasadę działania każdego z nich,
- 4) zanotować spostrzeżenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- rysunki siłowników,
- karty katalogowe siłowników.

Ćwiczenie 2

Rozpoznaj siłowniki. Określ ich zasadę działania i parametry techniczne. Narysuj ich symbole graficzne.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) obejrzyć siłowniki,
- 2) zidentyfikować siłowniki posługując się kartami katalogowymi,
- 3) określić sposób działania siłowników,
- 4) narysować symbole graficzne rozpoznanych siłowników,
- 5) odczytać parametry techniczne siłowników z kart katalogowych,
- 6) zanotować odczytane parametry przy odpowiednich symbolach graficznych.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- różne siłowniki,
- karty katalogowe siłowników,
- norma symboli graficznych elementów pneumatycznych,
- poradnik dla ucznia.

Ćwiczenie 3

Określ na przykładzie siłownika tłokowego dwustronnego działania, która siła jest większa, ciągnąca czy pchająca.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) określić siłę ciągnącą w siłowniku dwustronnego działania,
- 2) określić siłę pchającą w siłowniku dwustronnego działania,
- 3) porównać obie siły,
- 4) zanotować wyniki i zapisać wnioski.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura zgodna z punktem 6 poradnika,
- poradnik ucznia.

Ćwiczenie 4

Oblicz siłę pchającą w siłowniku dwustronnego działania, jeśli ciśnienie robocze wynosi 3 bary, średnica tłoka $D = 25$ mm. Należy przyjąć współczynnik sprawności $\eta = 85\%$.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) obliczyć siłę pchającą dla zadanych warunków pracy,
- 2) zanotować wyniki.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- literatura zgodna z punktem 6 poradnika,
- poradnik ucznia.

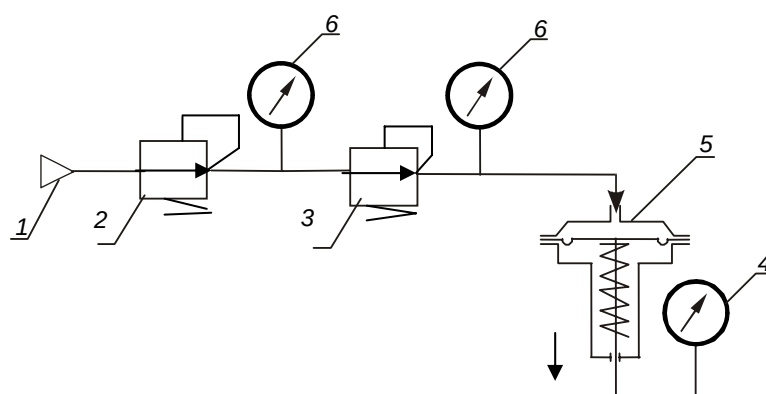
Ćwiczenie 5

Celem ćwiczenia jest wyznaczenie charakterystyki statycznej siłownika pneumatycznego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) połączyć układ wg poniższego schematu rys. 15



- 1 – zasilanie
- 2, 3 – reduktor
- 4 – suwmiarka
- 5 siłownik membranowy
- 6 – manometr

Rys. 15. Schemat stanowiska do ćwiczenia 4

- 2) zwiększyć ciśnienie wejściowe do siłownika reduktorem 3,
- 3) odczytać na suwmiarce 4 przesunięcia trzpienia siłownika,
- 4) powtórzyć pomiary zmniejszając ciśnienie wyjściowe z reduktora,
- 5) zanotować wyniki,
- 6) narysować wykres charakterystyki statycznej $l = f(p)$,
- 7) zinterpretować otrzymany przebieg,
- 8) zanotować wnioski

Wyposażenie stanowiska pracy:

stanowisko laboratoryjne wyposażone w:

- sprężarkę, stację przygotowania powietrza,
- reduktory,
- siłownik,
- manometry,
- układ do pomiaru zmiany położenia tłoczyska,
- suwmiarkę.

4.2.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

- 1) określić bloki funkcjonalne napędu pneumatycznego?
- 2) określić funkcje siłownika?
- 3) klasyfikować siłowniki ze względu na:
 - rodzaj uzyskiwanego ruchu,
 - sposób wymuszania ruchu tłoczyska?
- 4) zinterpretować pojęcie siłownik jednostronnego działania?
- 5) zinterpretować pojęcie siłownik dwustronnego działania?
- 6) określić podstawowe parametry siłownika?
- 7) obliczyć siły przenoszone przez tłoczysko?
- 8) wyznaczyć charakterystykę statyczną siłownika?
- 9) zinterpretować przebieg charakterystyki statycznej siłownika?

Tak

Nie

☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐
☐	☐

Jeżeli udzieliłeś odpowiedzi przeczących, należy powtórnie przerobić materiał nauczania i ponownie wykonać ćwiczenia.

4.3. Zawory

4.3.1. Materiał nauczania

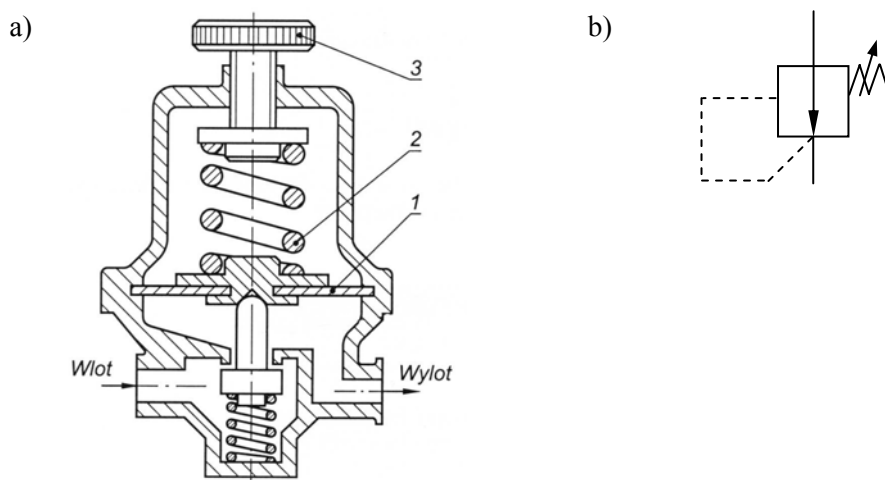
Zawory są to elementy sterujące przepływem płynów.

Sterowanie może odbywać się poprzez wpływ na ciśnienie czynnika, jego natężenie lub kierunek przepływu. Stąd podział zaworów na:

- zawory sterujące ciśnieniem (zawory bezpieczeństwa, redukcyjne),
- zawory sterujące natężeniem przepływu (dławiki),
- zawory sterujące kierunkiem przepływu (zawory rozdzielające, zawory zwrotne, zawory odcinające, zawory realizujące funkcje logiczne).

Zawory sterujące ciśnieniem

Zadaniem zaworów bezpieczeństwa jest zabezpieczenie układu przed przeciążeniem. Przeciążenie w układach pneumatycznych oznacza przekroczenie ciśnienia ponad dopuszczalną wartość. Zawór bezpieczeństwa przy wzroście ciśnienia ponad dopuszczalną wartość, samoczynnie otwiera się, część powietrza przepływa przez zawór do atmosfery, w ten sposób zmniejszając wartość ciśnienia w układzie.



Rys. 16. Zawór redukcyjny: [2]

a) schemat ogólny, b) symbol zaworu; 1 – membrana, 2 – sprężyna, 3 – pokrętło

Zadaniem zawór redukcyjny jest redukcja ciśnienia i utrzymanie jego stałej wartości za zaworem (rys. 16).

Zawory sterujące kierunkiem przepływu w zależności od realizowanych funkcji dzielą się na następujące grupy:

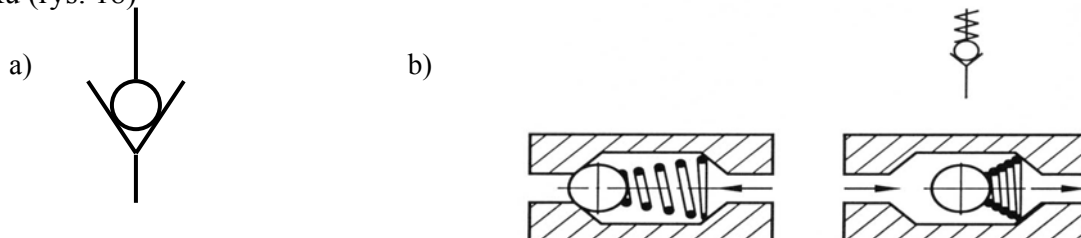
- zawory odcinające,
- zawory zwrotne,
- zawory szybkiego spustu,
- przełączniki obiegu (alternatywy),
- podwójnego sygnału (koniunkcji),
- zawory rozdzielające.

Zawór odcinający – zadaniem zaworu jest zamykanie/otwieranie przepływu czynnika roboczego przez dany przewód (rys. 17).



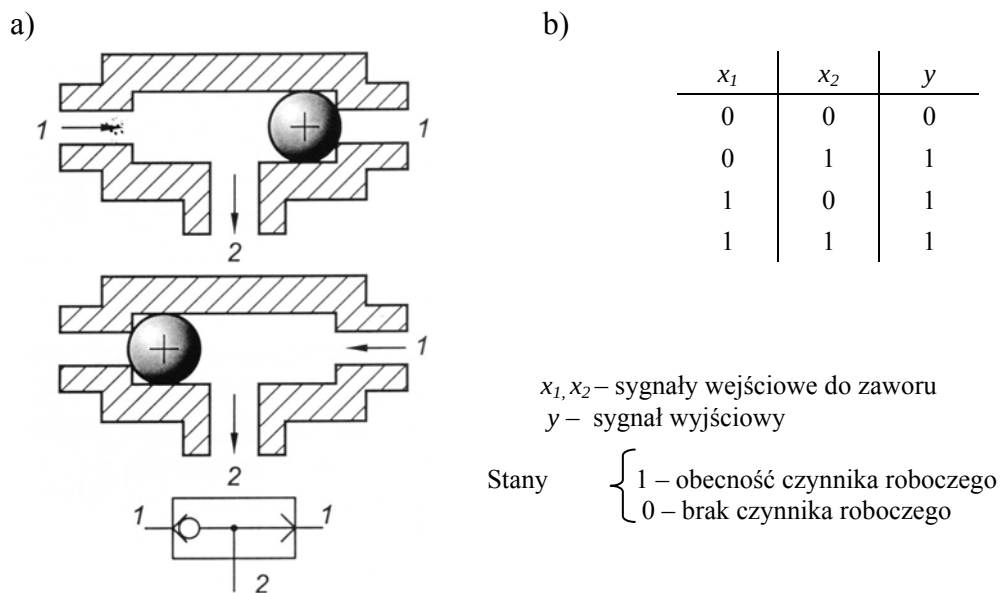
Rys. 17. Symbol zaworu odcinającego

Zawór zwrotny – umożliwia przepływ czynnika roboczego tylko w ściśle określonym kierunku (rys. 18)



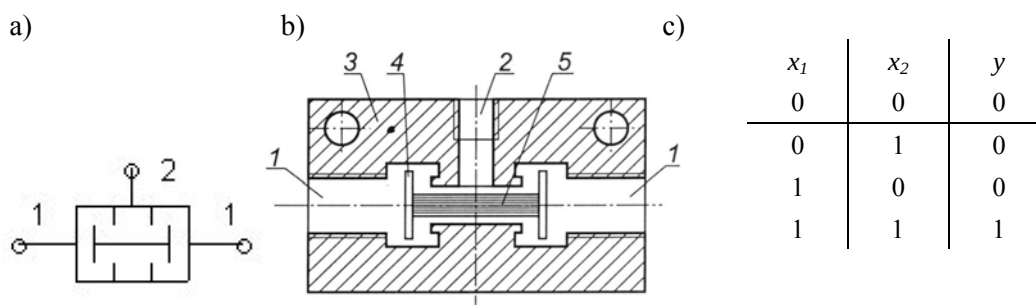
Rys.18. Zawór zwrotny: a) symbol zaworu nieobciążonego, b) symbol i schemat działania zaworu obciążonego [2]

Przełącznik obiegu (rys. 19) popularnie jest zwany zaworem alternatywy (LUB). Zawór ma dwa kanały wlotowe 1 i jeden kanał wylotowy 2. Funkcję realizowaną przez zawór przedstawiono w tabeli (rys. 19 b).



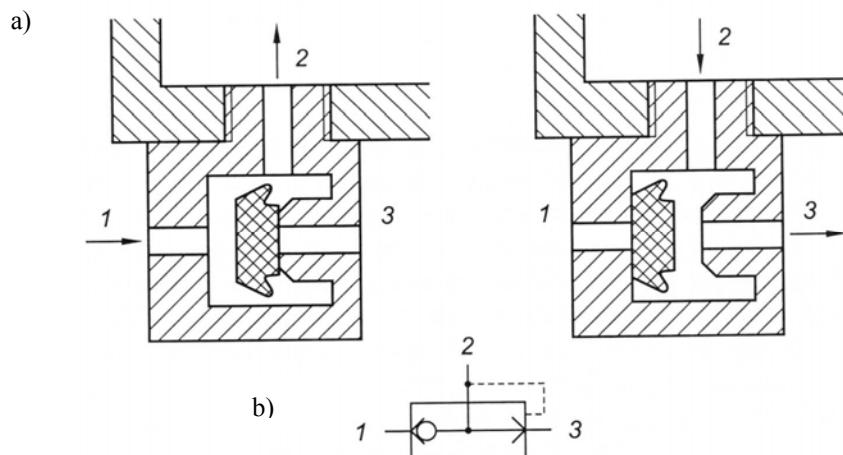
Rys. 19. Przełącznik obiegu a) schemat działania, b) tabela stanów [2]

Zawór podwójnego sygnału realizuje funkcję koniunkcji (mnożenia).



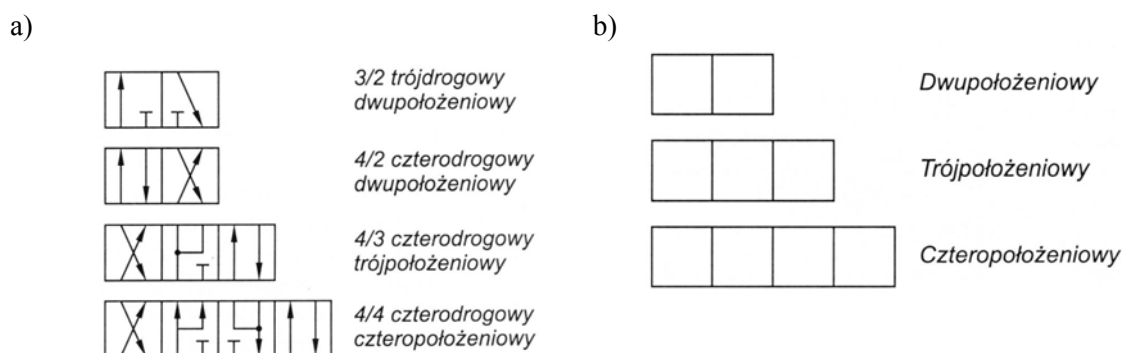
Rys. 20. Zawór podwójnego sygnału: a) symbol, b) konstrukcja:
 1 – kanał wlotowy, 2 – kanał wylotowy, 3 – korpus, 4 – tarcza, 5 – trzpień, c) tabela stanów [2]

Zawór szybkiego spustu (rys. 21) – w przypadku doprowadzenia czynnika roboczego do kanału 1 umożliwia wypływ tego czynnika kanałem 2. Jeżeli w kanale 1 ciśnienie spadnie, wówczas nastąpi wypływ czynnika roboczego kanałem 3.



Rys. 21. Schemat działania zaworu szybkiego spustu (a) oraz symbol graficzny (b) [2]

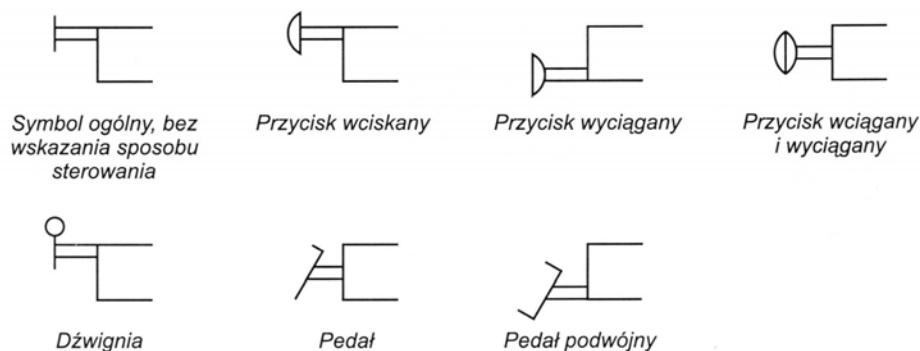
Zawór rozdzielający – zadaniem zaworu jest kierowanie przepływu płynów do ściśle określonych odbiorników.



Rys. 22. Sposoby oznaczania: a) zaworu rozdzielającego, b) liczby położeń zaworu rozdzielającego [2]

Zawory rozdzielające mogą być sterowane:

- siłą mięśni (rys. 23),
- mechanicznie (rys. 24),
- elektrycznie (rys. 25),
- poprzez spadek lub wzrost ciśnienia (rys. 26).



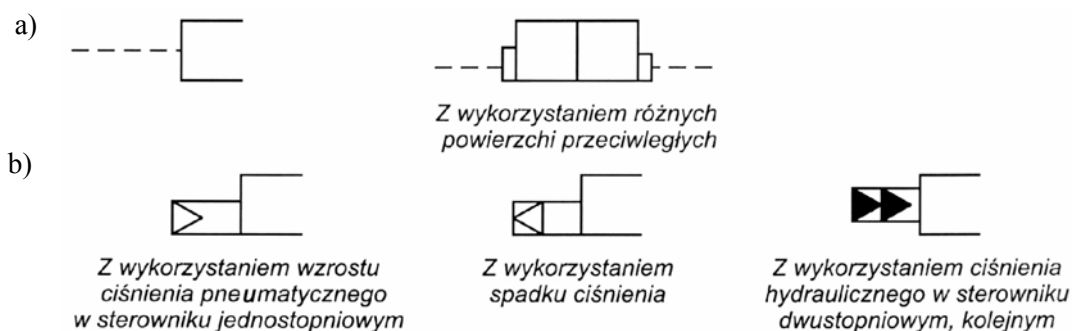
Rys. 23. Sposoby oznaczania sterowania zaworu rozdzielającego siłą mięśni [2]



Rys. 24. Sposoby oznaczania mechanicznego sterowania zaworem rozdzielającym [2]

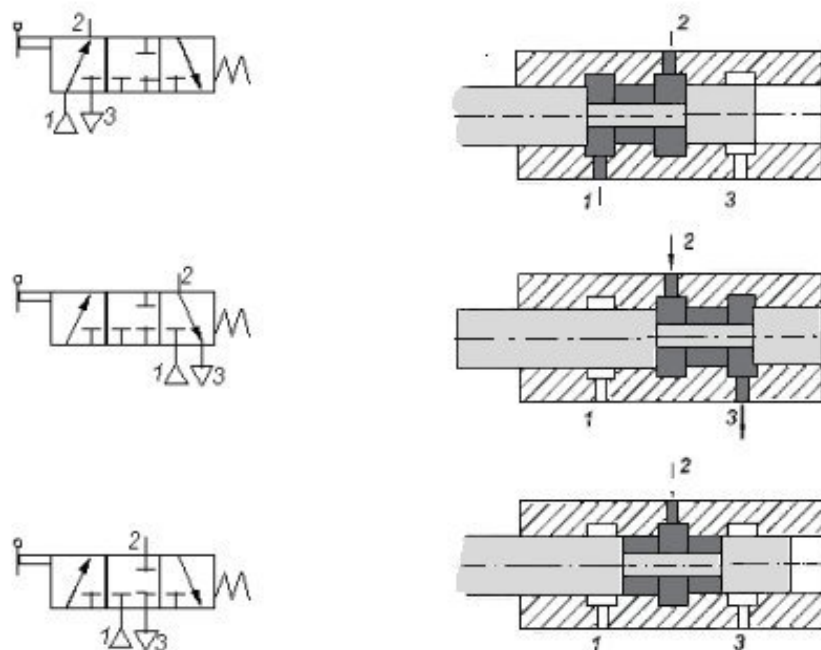


Rys. 25. Sposoby oznaczania elektrycznego sterowania zaworem rozdzielającym [2]



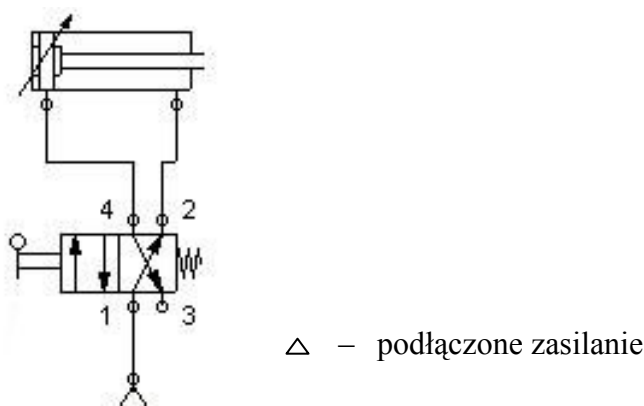
Rys. 26. Sposoby oznaczania sterowania przez wzrost lub spadek ciśnienia: zaworem rozdzielającym
a) sterowanie bezpośrednie, b) sterowanie pośrednie [2]

W zaworze rozdzielającym w zależności od położenia elementu ruchomego uzyskuje się różne połączenia między kanałami (rys. 27).



Rys. 27. Zasada działania zaworu rozdzielającego [2]

Przykład połączenia zaworu rozdzielającego z siłownikiem pokazuje rysunek 28.



Rys. 28. Układ sterowania siłownikiem dwustronnym, działanie zaworem rozdzielającym 4/2

Zawory sterujące natężeniem przepływu oddziałują na ilość przepływającego czynnika.

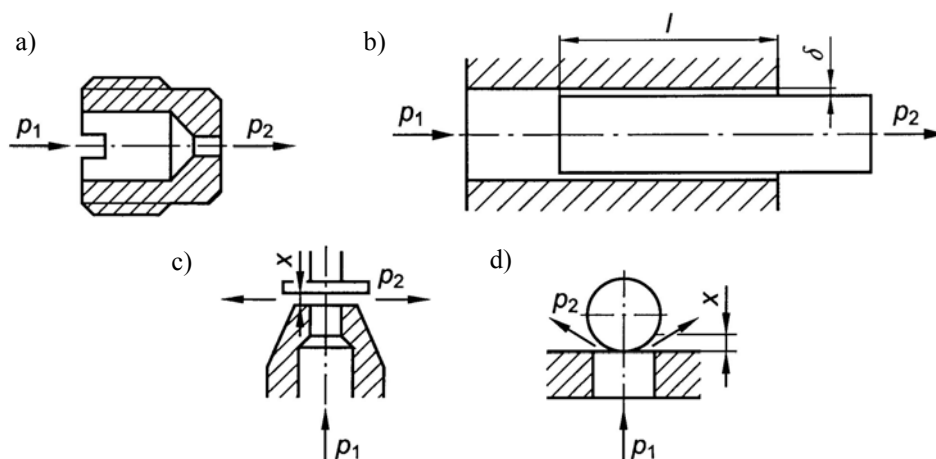
Zawory sterujących natężeniem przepływu w zależności od funkcji, dzielą się na grupy:

- zawory dławiące,
- zawory dławiąco-zwrotne.

Dławiki działają na zasadzie przepuszczania strumienia przez odpowiedni opór. Opór jest to celowo wykonane przewężenie kanału.

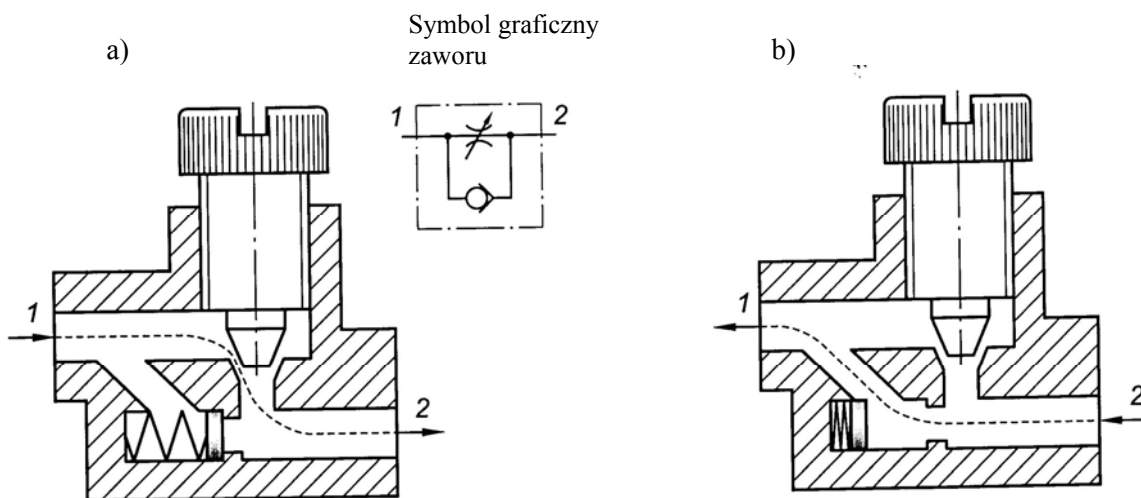
Opory ze względu na konstrukcję są dzielone na (rys. 29):

- opory stałe,
- opory nastawne,
- opory zmienne.



Rys. 29. Opory pneumatyczne: a) stały, b) nastawny, c), d) zmienny [2]

Zawór dławiąco-zwrotny – w zależności od kierunku podawania czynnika roboczego pracuje jako zawór dławiący lub jako zawór zwrotny (rys. 30).

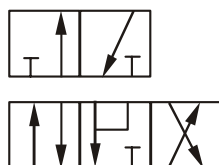


Rys. 30. Zawór dławiąco-zwrotny pracujący: a) jako dławik, b) jako zawór zwrotny [2]

4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń

1. Na jakie grupy dzielimy zawory ze względu na ich funkcje w układzie?
2. Jaka jest funkcja zaworu redukcyjnego?
3. Czy za zaworem redukcyjnym może być ciśnienie wyższe niż przed zaworem?
4. Na jakie grupy dzielą się zawory pneumatyczne sterujące kierunkiem przepływu?
5. Jakie zadanie spełnia zawór odcinający?
6. Jakie zadanie spełnia zawór zwrotny?
7. Czy w każdym przypadku podanie czynnika roboczego do kanału wlotowego zaworu zwrotnego obciążonego spowoduje przepływ czynnika. Odpowiedź uzasadnij.
8. Jaka jest funkcja przełącznika obiegu i w jakich układach jest stosowany?
9. Jaka jest funkcja zaworu podwójnego sygnału i w jakich układach jest stosowany?
10. W jakim przypadku w zaworze szybkiego spustu następuje zmiana kierunku przepływu powietrza?
11. Ilu drogowe i ilu położeniowe są zawory przedstawione na rys. 31?



Rys. 31. Schemat do pytania 10

11. Jakie jest zadanie zaworu dławiącego?
12. Jak dzielą się dławiki ze względu na ich konstrukcję?
13. Jaka jest funkcja zaworu dławiąco-zwrotnego?
14. Czy przepływ czynnika roboczego przez zawór dławiąco-zwrotny, w przypadku jego pracy jako zaworu zwrotnego, odbywa się tylko przez zawór zwrotny?

4.2.3. Ćwiczenia

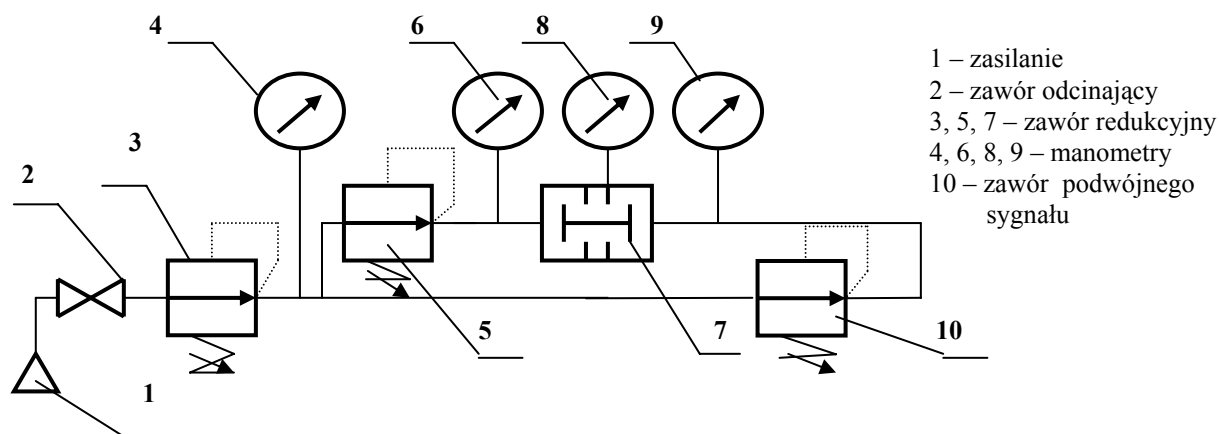
Ćwiczenie 1

Zbadaj działania zaworów logicznych: podwójnego sygnału i przełącznika obiegu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zidentyfikować kanały wlotowe i kanał wylotowy zaworu podwójnego sygnału na podstawie oznaczeń zaworu i kart katalogowych,
- 2) połączyć układ wg schematu przedstawionego na rysunku 32 lub zaproponowanego przez nauczyciela,



Rys. 32. Schemat stanowiska do ćwiczenia 1

- 3) zaproponować sposób badania zaworu.
- 4) wykonać pomiary po uzyskaniu akceptacji nauczyciela,

przyjąć stany $\begin{cases} x_1, x_2 = 0 - \text{odcięty dopływ czynnika roboczego,} \\ x_1, x_2 = 1 - \text{obecność czynnika roboczego pod ciśnieniem.} \end{cases}$

- 5) zanotować wyniki, porównać z kartą katalogową zaworu,
- 6) powtórz pomiary dla zaworu podwójnego sygnału.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- zawór podwójnego sygnału,
- przełącznik obiegu,
- zawory redukcyjne,
- zawór odcinający,
- manometry w odpowiednich zakresach pomiarowych,
- zasilanie (zestaw przygotowania powietrza).

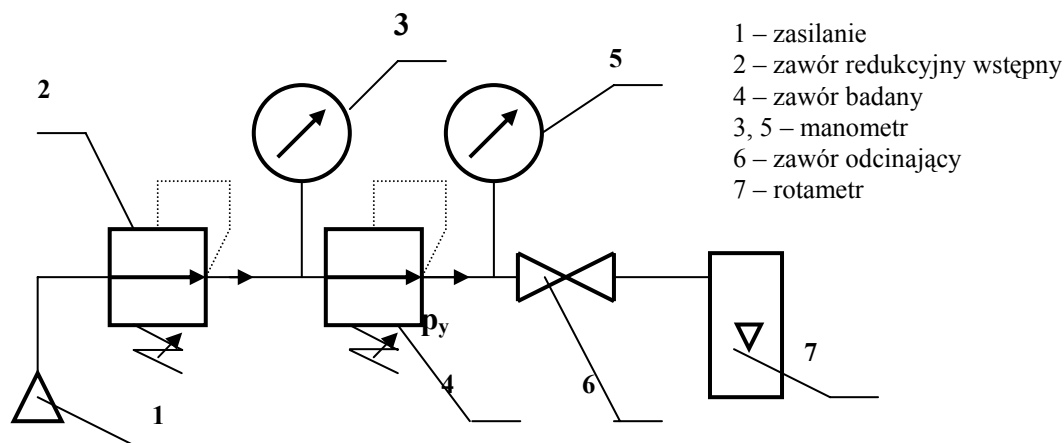
Ćwiczenie 2

Zbadaj działanie zaworu redukcyjnego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinien:

- 1) zidentyfikować kanały: wlotowy i wylotowy zaworu na podstawie oznaczeń na zaworze i karty katalogowej producenta,
- 2) podłączyć zawór do układu wg schematu przedstawionego na rys. 33 lub schematu zaproponowanego przez nauczyciela.



Rys. 33. Schemat stanowiska do ćwiczenia 2

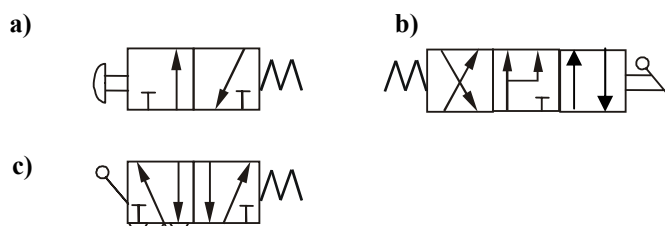
- 3) wyznaczyć charakterystykę statyczną zaworu $p_y = f(p_z)$, zawór 6 zamknięty.
 - wykonać pomiary dla kilku nastaw wartości ciśnienia na zaworze 2,
 - zanotować wyniki,
 - narysować wykresy,
 - zinterpretować otrzymane wykresy.
- 4) wyznaczyć charakterystykę $p_y = f(Q)$, Q – natężenie przepływu odczytywane na rotametrze,
 - nastawić wartość ciśnienia p_y , wskazaną przez nauczyciela, zaworem 4,
 - zmieniając zaworem 6 natężenie przepływu, odczytać wskazanie manometru 5,
 - zanotować wyniki,
 - powtórz pomiary dla kilku wartości p_y ,
 - narysować wykresy charakterystyk $p_y = f(Q)$,
 - zinterpretować otrzymane wykresy.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- zawory redukcyjne,
- manometry,
- zawór odcinający (ewentualnie dławiący nastawny),
- rotametr,
- zasilanie (zestaw przygotowania powietrza).

Ćwiczenie 3

Określ ilu drogowe i ilu położeniowe są przedstawione na rys. 34 za pomocą symboli graficznych zawory rozdzielające.



Rys. 34. Schemat stanowiska do ćwiczenia 3

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

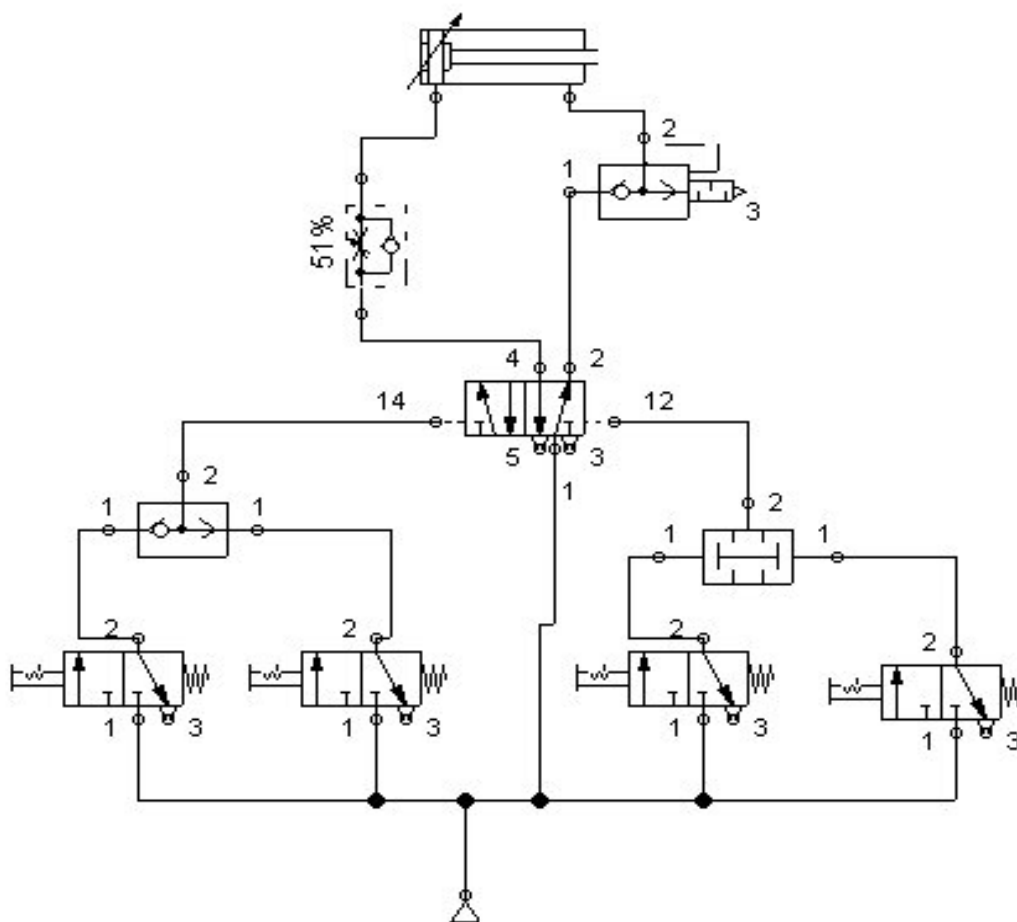
- 1) oznaczyć cyframi kanały wlotowe i wylotowe zaworów,
- 2) określić, które kanały są ze sobą połączone w poszczególnych położeniach zaworów rozdzielających,
- 3) zanotować spostrzeżenia.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- symbole graficzne zaworów,
- literatura zgodna z punktem 6 poradnika

Ćwiczenie 4

Rozpoznaj elementy pneumatyczne przedstawione na schemacie układu (rys. 35).



Rys. 35. Schemat do ćwiczenia 4

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinienes:

- 1) zidentyfikować elementy pneumatyczne na schemacie,
- 2) przerysować symbole graficzne elementów,
- 3) zapisać obok symbolu elementu jego funkcje.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- schemat układu pneumatyczny,
- normy z symbolami graficznymi elementów,
- karty katalogowe elementów pneumatycznych.

4.3.4 Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

Tak

Nie

- | | | |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1) rozpoznać zawory na schemacie układu pneumatycznego? | ☐ | ☐ |
| 2) podzielić zawory ze względu na funkcję w układzie | ☐ | ☐ |
| 3) określić funkcję zaworów: | | |
| – odcinającego, | ☐ | ☐ |
| – zwrotnego, | ☐ | ☐ |
| – przełącznika obiegu, | ☐ | ☐ |
| – podwójnego sygnału, | ☐ | ☐ |
| – szybkiego spustu, | ☐ | ☐ |
| – zaworu rozdzielającego, | ☐ | ☐ |
| 4) rozpoznać zawory na podstawie symbolu graficznego, | ☐ | ☐ |
| 5) określić zasadę działania zaworu dławiąco-zwrotnego. | ☐ | ☐ |

Jeżeli udzielałeś odpowiedzi przeczących, proponuję przerobienie jeszcze raz materiału nauczania i ponowne wykonanie ćwiczeń.

Pamiętaj, że w razie wątpliwości możesz zwrócić się o pomoc do nauczyciela.

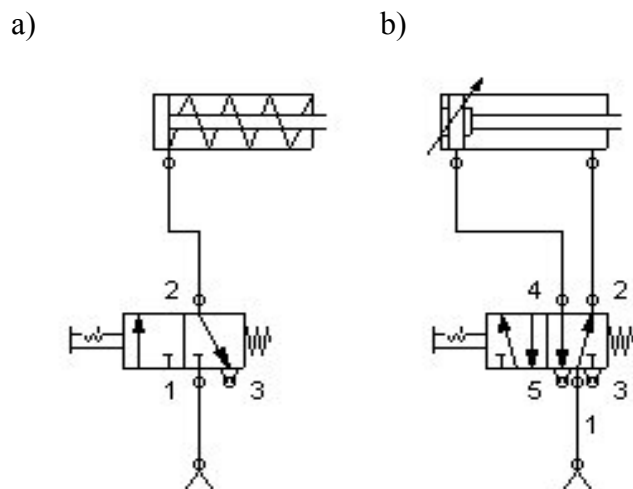
4.4. Podstawowe układy pneumatyczne

4.4.1. Materiał nauczania

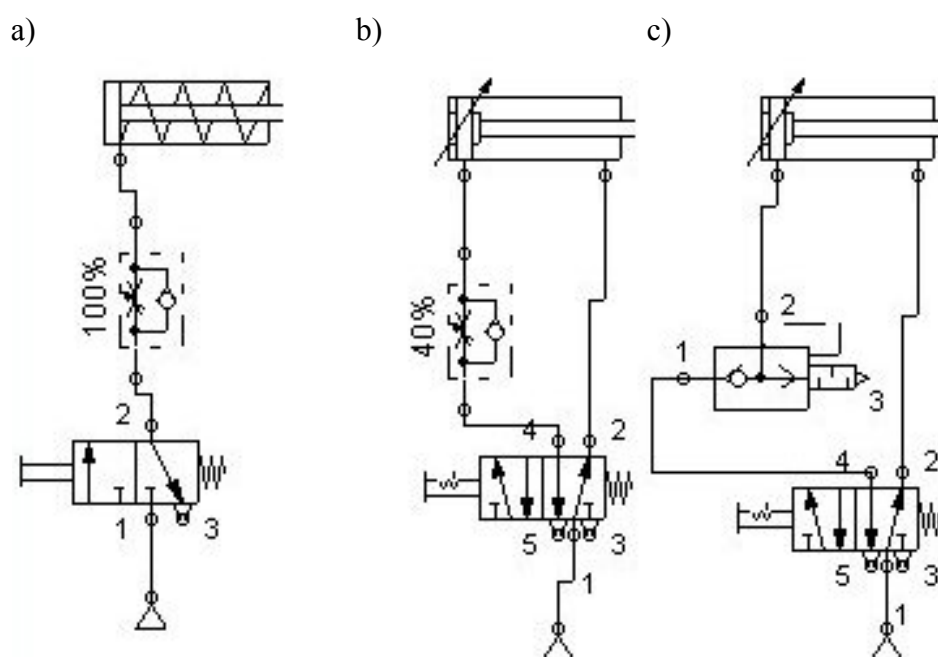
Ze względu na sposób sterowania elementu wykonawczego pneumatyczne układy wykonawcze dzielimy na:

- układy sterowania bezpośredniego,
- układy sterowania pośredniego.

W pneumatycznych układach sterowania bezpośredniego element wykonawczy zasilany jest sprężonym powietrzem bezpośrednio przez element wejściowy lub element przetwarzający informację rys. 36 i 37.

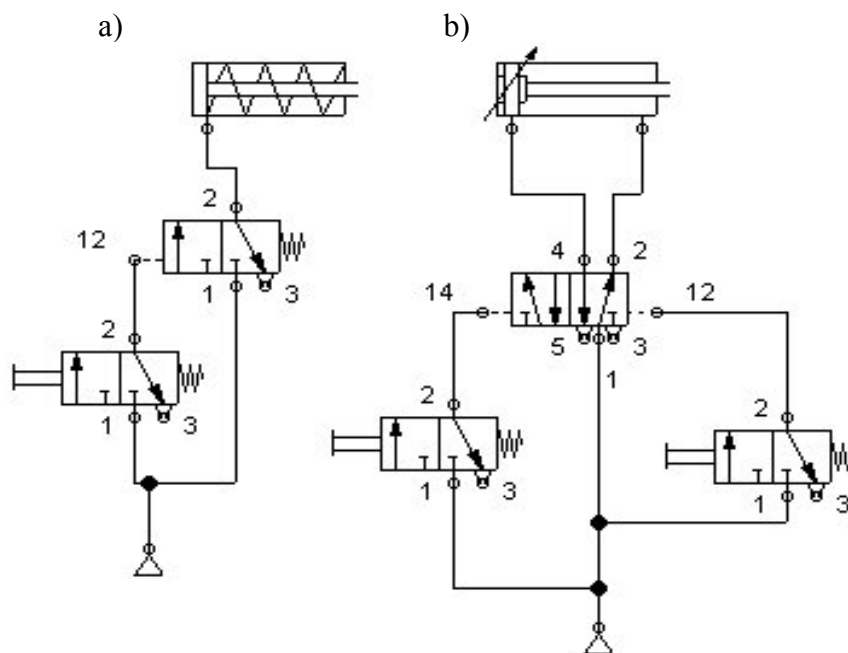


Rys. 36. Układy wykonawcze sterowane bezpośrednio: a) z siłownikiem jednostronnego działania, b) z siłownikiem dwustronnego działania



Rys. 37. Przykłady układów sterowanych bezpośrednio a), b) z zaworem dławico-zwrotnym, c) z zaworem szybkiego spustu

W układach sterowania pośredniego element wykonawczy zasilany jest energią pneumatyczną przez odrębny element sterujący usytuowany blisko elementu wykonawczego, natomiast elementy wejściowe i przetwarzające informacje mogą być oddalone (rys. 38).

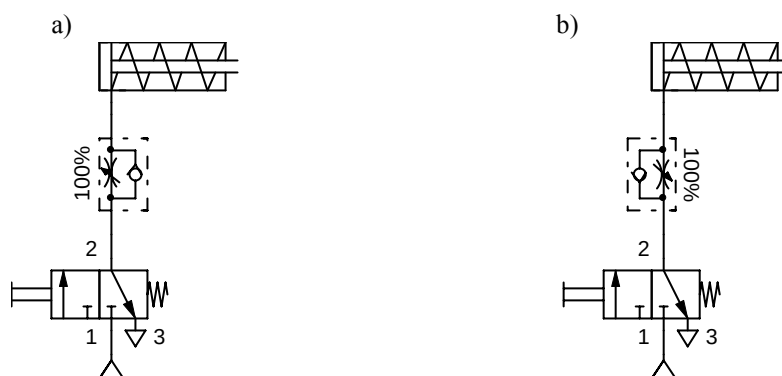


Rys. 38. Układy wykonawcze sterowane pośrednio: a) z siłownikiem jednostronnego działania, b) z siłownikiem dwustronnego działania.

Prędkość ruchu tłoczyska siłownika zależna jest od różnicy ciśnień panujących po obu stronach tłoczka siłownika. Poprzez odpowiednie zmiany wartości tych ciśnień można wpływać na wartość prędkości ruchu tłoczyska siłownika.

Zmniejszanie prędkości ruchu tłoczyska siłownika uzyskuje się poprzez zastosowanie zaworów dławiących i dławiąco-zwrotnych umożliwiających:

- a) dławienie na wlocie (dławienie powietrza doprowadzanego do siłownika) – rys. 39a,
- b) dławienie na wylocie (dławienie powietrza odprowadzanego z siłownika). – rys. 39b.



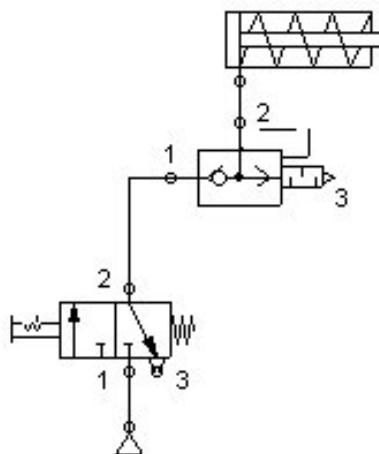
Rys. 39. Układy wykonawcze ze zmianą prędkości ruchu tłoczyska (zmniejszenie)

Dławienie na wlocie nie jest korzystne dla pracy siłownika, gdyż nawet małe zmiany obciążenia tłoczyska powodują duże zmiany prędkości jego ruchu (drgania, niestabilna praca siłownika).

Przy dławieniu na wylocie powietrze dostarczane jest bez przeszkód do komory siłownika, która powinna być napełniana, natomiast powietrze wypływające z komory opróżnianej jest dławione. Praca siłownika, przy dławieniu na wylocie jest stabilna, nie obserwuje się drgań tłoczyska. Ten sposób zmniejszania prędkości ruchu tłoczyska jest zalecany.

Zwiększanie prędkości ruchu tłoczyska siłownika uzyskuje się dzięki zastosowaniu zaworu szybkiego spustu. Zawór szybkiego spustu umożliwia wypływ powietrza z siłownika z pominięciem zaworu rozdzielającego.

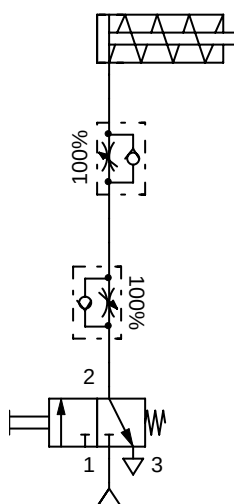
Na rys. 40 przedstawiono układ sterowania zwiększający prędkość ruchu wsuwającego się tłoczyska.



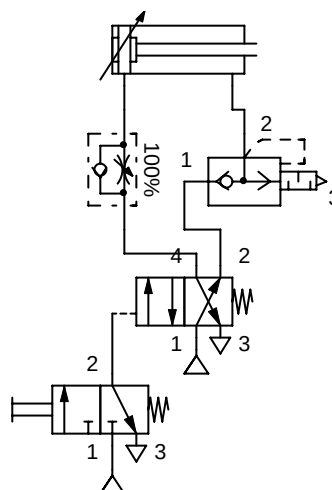
Rys. 40. Układ wykonawczy zwiększający prędkość ruchu tłoczyska

Przykłady układów zmieniających prędkość ruchu tłoczyska siłownika przedstawiono na rys. 41.

a)



b)



Rys. 41. Przykłady układów wykonawczych ze zmianą prędkości ruchu tłoczyska

W układzie przedstawionym na rys. 41 a) można zmniejszać prędkość ruchu tłoczyska przy wsuwaniu i przy wysuwaniu. Układ przedstawiony na rysunku 41b umożliwia szybkie wysuwanie tłoczyska i wolne jego wsuwanie.

4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonywania ćwiczeń.

1. Na czym polega sterowanie bezpośrednie siłownikiem?
2. Na czym polega sterowanie pośrednie siłownikiem?
3. W jaki sposób wpływa zawór dławiąco-zwrotny na prędkość ruchu tłoczyska?
4. W jaki sposób wpływa zawór szybkiego spustu na prędkość ruchu tłoczyska?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Narysuj układ sterowania siłownikiem jednostronnego działania z wykorzystaniem zaworu dwupołożeniowego trójdrogowego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) dobrać potrzebne elementy posługując się katalogiem,
- 2) narysować układ sterowania pneumatycznego.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalogi elementów pneumatycznych, poradnik dla ucznia,
- normy.

Ćwiczenie 2

Narysuj układ sterowania siłownikiem dwustronnego działania z wykorzystaniem dwóch zaworów dwupołożeniowych trójdrogowych.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) dobrać potrzebne elementy posługując się katalogiem,
- 2) narysować układ sterowania pneumatycznego.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalogi,
- normy, poradnik dla ucznia.

Ćwiczenie 3

Połącz układ wg schematu z ćwiczenia 1. Sprawdź działanie układu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) dobrać elementy pneumatyczne zgodnie ze schematem z ćwiczenia 1,
- 2) zamodelować zaprojektowany układ na stanowisku laboratoryjnym,
- 3) podłączyć zasilanie,
- 4) sprawdzić działanie układu.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- elementy pneumatyczne,
- stanowisko do modelowania układów pneumatycznych,
- zasilanie pneumatyczne,
- katalogi, poradnik dla ucznia.

Ćwiczenie 4

Połącz układ wg schematu z ćwiczenia 2. Sprawdź działanie układu.

Sposób wykonania

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

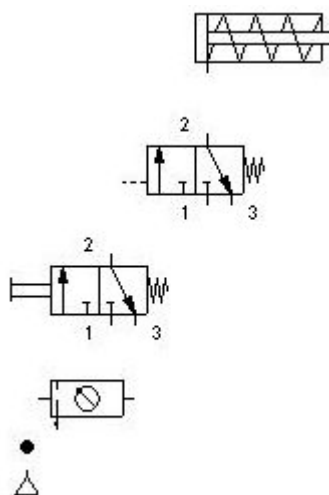
- 1) dobrać elementy pneumatyczne zgodnie ze schematem z ćwiczenia 1,
- 2) zamodelować zaprojektowany układ na stanowisku laboratoryjnym,
- 3) podłączyć zasilanie,
- 4) sprawdzić działanie układu.

Wypożyczenie stanowiska pracy:

- elementy pneumatyczne,
- stanowisko do modelowania układów pneumatycznych,
- zasilanie pneumatyczne,
- katalogi, poradnik dla ucznia.

Ćwiczenie 5

Zaprojektuj układ sterowania pośrednio siłownikiem jednostronnego działania korzystając z przedstawionych na rys. 42 elementów.



Rys. 42. Rysunek do ćwiczenia 5

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) rozpoznać elementy,
- 2) narysować połączenia między nimi,
- 3) przeanalizować działanie układu,

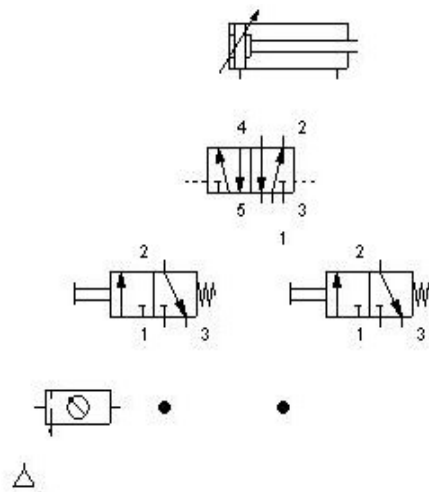
- 4) sprawdzić działanie układu korzystając z programu komputerowego do modelowania układów pneumatycznych,

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko komputerowe z oprogramowaniem do symulacji pracy układów pneumatycznych,
- katalogi elementów pneumatycznych,
- normy symboli graficznych elementów pneumatycznych.

Ćwiczenie 6

Zaprojektuj układ sterowania pośrednio siłownikiem dwustronnego działania korzystając z przedstawionych na rys. 43 elementów.



Rys. 43. Rysunek do ćwiczenia 6

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) rozpoznać elementy,
- 2) narysować połączenia między nimi,
- 3) przeanalizować działanie układu,
- 4) sprawdzić działanie układu korzystając z programu komputerowego do modelowania układów pneumatycznych,

Wyposażenie stanowiska pracy:

- stanowisko komputerowe z oprogramowaniem do symulacji pracy układów pneumatycznych,
- katalogi elementów,
- normy symboli graficznych elementów pneumatycznych.

Ćwiczenie 7

Zaprojektuj i połącz na stanowisku laboratoryjnym układ bezpośredniego sterowania siłownikiem dwustronnego działania tak, aby przy ciśnieniu 6 bar wytworzyć siłę czynną 2000 N.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie, powinieneś:

- 1) obliczyć parametry siłownika,
- 2) dobierać siłownik z katalogu,
- 3) narysować układ sterowania
- 4) połączyć zaprojektowany układ na stanowisku laboratoryjnym.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- katalogi,
- elementy pneumatyczne.

4.4.4. Sprawdzian postępów

Czy potrafisz:

Tak

Nie

- 1) rozróżnić układy pneumatyczne sterowania bezpośredniego?
- 2) rozróżnić układy pneumatyczne sterowania pośredniego?
- 3) dobrać elementy do układów pneumatycznych?
- 4) połączyć proste układy pneumatyczne na podstawie schematów?
- 5) zaprojektować proste układy pneumatyczne.

☐☐☐☐☐☐☐☐☐☐

5. SPRAWDZIAN OSIĄGNIĘĆ

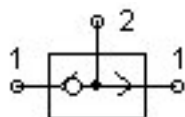
INSTRUKCJA DLA UCZNIA

1. Przeczytaj uważnie instrukcję.
 2. Podpisz imieniem i nazwiskiem kartę odpowiedzi.
 3. Zapoznaj się z zestawem zadań testowych.
 4. Test zawiera 10 zadań. Do każdego zadania dołączone są 4 możliwości. Tylko jedna jest prawidłowa. W zadaniu 9 należy przeprowadzić obliczenia. Dołącz je do karty odpowiedzi. Bez dołączonych obliczeń to zadanie nie zostanie uznane.
 5. Udzielaj odpowiedzi na załączonej karcie odpowiedzi, stawiając w odpowiedniej rubryce znak X. W przypadku pomyłki należy błędną odpowiedź zaznaczyć kółkiem, a następnie ponownie zakreślić odpowiedź prawidłową.
 6. Pracuj samodzielnie, bo tylko wtedy będziesz miał satysfakcję z wykonanego zadania.
 7. Kiedy udzielenie odpowiedzi będzie Ci sprawiało trudność, odłóż jego rozwiązanie na później i wróć do niego, gdy zostanie Ci wolny czas.
 8. Na rozwiązanie testu masz 30 min.
- Powodzenia!

Zestaw zadań testowych

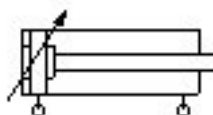
1. Powietrze jako czynnik roboczy jest:
 - a) ściśliwe, lepkość rośnie wraz ze wzrostem temperatury,
 - b) nieściśliwe, gęstość maleje wraz ze wzrostem temperatury,
 - c) ściśliwe, lepkość maleje wraz ze wzrostem temperatury,
 - d) nieściśliwe, gęstość rośnie wraz ze wzrostem temperatury.

2. Na rysunku przedstawiono symbol zaworu:



- a) szybkiego spustu.
- b) koniunkcji.
- c) dławiącego.
- d) alternatywy.

3. Na rysunku przedstawiono schemat siłownika:



- a) jednostronnego działania o działaniu prostym.
- b) dwustronnego działania.
- c) silnika pneumatycznego.
- d) siłownika jednostronnego działania o działaniu odwrotnym.

4. Zależność $S_1 \cdot V_1 \cdot \rho_1 = S_2 \cdot V_2 \cdot \rho_2$

gdzie:

S_1, S_2 – przekroje poprzeczne,

ρ_1, ρ_2 – gęstości płynu odpowiednio w przekrojach S_1, S_2 ,

V_1, V_2 – prędkość płynu.

opisuje prawo:

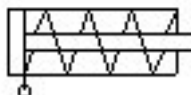
- a) zachowania energii.
- b) zachowania pędu.
- c) zachowania masy.
- d) Boyle’a i Mariotte’a.

5. Na rysunku przedstawiono symbol:



- a) zasilania elektrycznego.
- b) zasilanie hydraulicznego.
- b) zasilania pneumatycznego.
- c) połączenia z atmosferą.

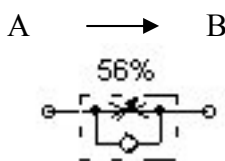
6. Na rysunku przedstawiono symbol :



- a) siłownika jednostronnego działania o działaniu prostym.
- b) dwustronnego działania.
- c) silnika pneumatycznego.
- d) siłownika jednostronnego działania o działaniu odwrotnym.

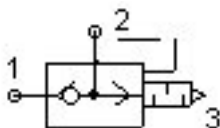
7.

8. W przedstawionym na rysunku schemacie przepływ powietrza odbywa się z kierunku A do B, oznacza to, że:



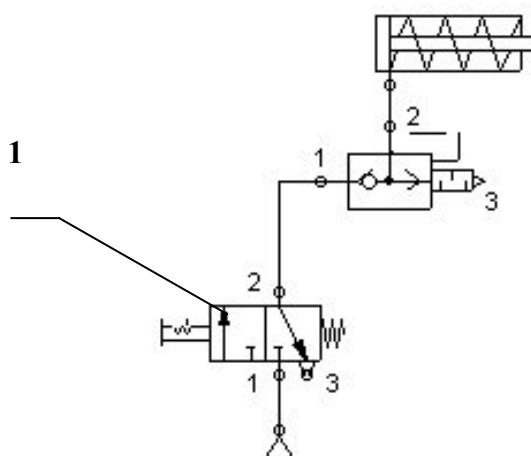
- a) powietrze przepływa tylko przez zawór zwrotny.
- b) powietrze przepływa tylko przez dławik.
- c) powietrze przepływa przez zawór zwrotny i dławik.
- d) odcięty jest przepływ powietrza.

8. Na rysunku przedstawiono symbol zaworu:



- a) szybkiego spustu.

- b) koniunkcji.
 - c) odcinającego.
 - d) alternatywy.
9. Wskaż, który typ siłownika dwustronnego działania należy zastosować w układzie, jeśli przy zasilaniu sprężonym powietrzem o ciśnieniu 0,6 MPa powinna: powstać siła czynna równa 643 N i przemieszczenie tłoczyska 100 mm. Przyjąć sprawność siłownika = 0,8
- a) $D = 40$, skok = 100,
 - b) $D = 50$, skok = 100,
 - c) $D = 32$, skok = 100,
 - d) $D = 63$, skok = 100.
10. Przedstawiony na schemacie zawór 1 jest zaworem dwupołożeniowym



- a) czterodrogowym sterowanym pneumatycznie.
- b) trójdrogowym sterowanym ręcznie.
- c) trójdrogowym sterowanym mechanicznie.
- d) czterodrogowym sterowanym mechanicznie.

KARTA ODPOWIEDZI

Imię i nazwisko.....

Analizowanie działania układów pneumatycznych

Zakreśl poprawną odpowiedź

Nr zadania	Odpowiedź				Punkty
1	a	b	c	d	
2	a	b	c	d	
3	a	b	c	d	
4	a	b	c	d	
5	a	b	c	d	
6	a	b	c	d	
7	a	b	c	d	
8	a	b	c	d	
9	a	b	c	d	
10	a	b	c	d	
Razem:					

6. LITERATURA

1. Komor Z.: Pracownia automatyki. WSiP, Warszawa 1996
2. Kordowicz-Sot A.: Automatyka i robotyka. Napęd i sterowanie hydrauliczne i pneumatyczne. WSiP, Warszawa 1999
3. Kostro J.: Elementy, urządzenia i układy automatyki. WSiP, Warszawa 1998
4. Płoszajski G.: Automatyka. WSiP, Warszawa 1995
5. Siemieniako F., Gawrysiak M.: Automatyka i robotyka. WSiP, Warszawa 1996
6. Szenajch W., Koprzywa W., Sawicki L.: Pneumatyka i hydraulika maszyn technologicznych. Wydawnictwo PWN, Warszawa 1990
7. Szenajch W.: Napęd i sterowanie pneumatyczne. WNT, Warszawa 1997

PN-ISO 1219-1 z grudnia 1994 r.

Czasopisma:

- Hydraulika i Pneumatyka
- Mechanik
- Pomiary Automatyka Kontrolna
- Pomiary Automatyka Robotyka
- Przegląd Mechaniczny