

Podstawy automatyki i elektrotechniki

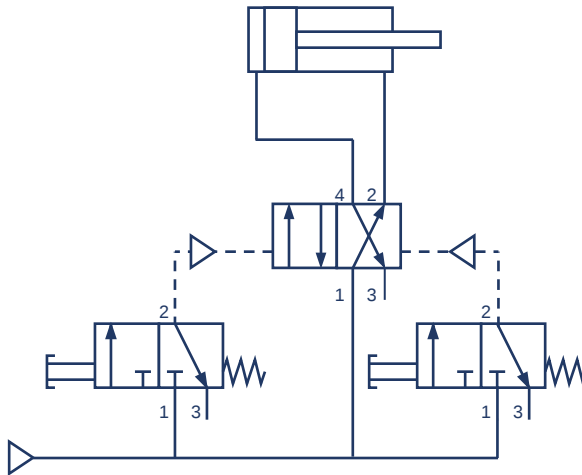
Układy pneumatyczne

Podstawy układów pneumatycznych

Pneumatyczne układy napędowe

Sterowanie przepływem i ciśnieniem

Sterowanie siłownikami pneumatycznymi



Materiały

<http://staff.uz.zgora.pl/gpajak>

<http://staff.uz.zgora.pl/ipajak>

Automatyka

- ❑ Dębowski A., *Automatyka. Podstawy teorii*, WNT, Warszawa, 2022
- ❑ Dębowski A., *Automatyka. Technika regulacji*, WNT, Warszawa, 2017
- ❑ Pająk I., Pająk G., *Cyfrowe układy automatyki przemysłowej*, Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, 2023
- ❑ Szenajch W., *Napęd i sterowanie pneumatyczne*, WNT, Warszawa, 2003

Elektrotechnika

- ❑ *Elektrotechnika i elektronika dla nieelektryków*, praca zbior., WNT, Warszawa, 2004
- ❑ *Laboratorium Elektrotechniki i Elektroniki*, pod red. Leśniewska E., Polit. Łódzka, 2014
- ❑ Czarnywojtek P., Kozłowski J., Machczyński W., *Laboratorium podstaw elektrotechniki*, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Kaliszu, 2005
- ❑ Frąckowiak J., Nawrocki R., Zielińska M., *Podstawy elektrotechniki: Laboratorium*, Politechnika Poznańska, 2011

Automatyka

dziedzina nauki i techniki, która zajmuje się zagadnieniami sterowania procesami (np. technologicznymi), jest jednym ze środków wprowadzenia **automatyzacji**.

Automatyzacja

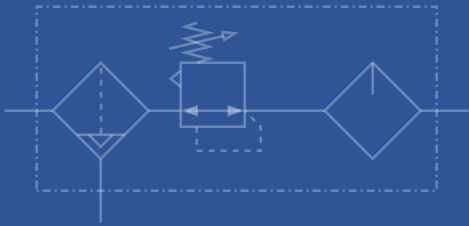
technologia mająca na celu wprowadzenie metod i urządzeń, które przejmują działania poznawcze, intelektualne oraz decyzyjne człowieka i wykonują określone czynności bez jego udziału (samoczynnie).

Funkcje urządzeń stosowanych w procesie automatyzacji:

- pomiar i rejestracja,
- przetwarzanie informacji (gromadzenie danych, tworzenie modeli, wnioskowanie),
- sterowanie (bezpośrednie oddziaływanie na obiekt).

Elektrotechnika

dział nauki i techniki zajmujący się podstawami teoretycznymi i zastosowaniami zjawisk elektrycznych i magnetycznych do celów praktycznych.



Układy pneumatyczne - podstawy

Wady i zalety układów pneumatycznych

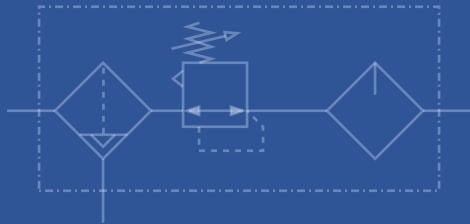
Zalety	Wady
czynnik roboczy – sprężone powietrze	
• nieograniczony dostęp do surowca (atmosfera) łatwe przechowywanie nawet dużych ilości, • łatwy transport przewodowy (rury), • po zużyciu, bez dalszego przetwarzania, może być uwalniane bezpośrednio do atmosfery,	• konieczność oczyszczania z zanieczyszczeń (para wodna, pył), • duża ściśliwość – wpływa na uzależnienie układów od obciążeń i utrudnia uzyskiwanie małych i stałych prędkości tłoków siłowników,
elementy pneumatyczne	
• prostota oraz trwałość konstrukcji, • relatywnie rzadkie i tanie zabiegi konserwacyjne, łatwa wymiana zużytych elementów (w porównaniu z odpowiadającymi elementami mechanicznymi), • relatywnie niskie koszty eksploatacji, • brak przegrzewania pod wpływem przeciążenia (brak zagrożenia pożarowego), • możliwość pracy w trudnych środowiskach (zagrożonych pożarem lub eksplozją).	• niskie obciążenie wynikające z uzyskiwanych ciśnień roboczych (10 bar), • ograniczona długość przemieszczeń liniowych wynikająca z konstrukcji siłowników, • duża zależność ruchu od obciążenia, • hałas wynikający z pracy sprężarek i uwalniania powietrza po użyciu.

Normy

PN-ISO 1219-1:1994 ISO 1219-1:2012	Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne -- Symbole graficzne i schematy układów -- Symbole graficzne (wycofana) Fluid power systems and components — Graphical symbols and circuit diagrams — Part 1: Graphical symbols for conventional use and data-processing applications
PN-ISO 1219-2:1998 ISO 1219-2:2012	Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne -- Symbole graficzne i schematy układów -- Schematy układów (wycofana) Fluid power systems and components — Graphical symbols and circuit diagrams — Part 2: Circuit diagrams
PN-EN ISO 4414:2011	Napędy i sterowania pneumatyczne -- Ogólne zasady i wymagania bezpieczeństwa dotyczące układów i ich elementów
PN-ISO 2944:2005	Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne -- Ciśnienia nominalne
PN-M-73020:1973	Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne -- Elementy i zespoły hydrauliczne i pneumatyczne -- Ogólny podział i oznaczenie (wycofana)
PN-ISO 4393:1998	Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne -- Cylindry -- Skoki tłoka; szereg podstawowy
PN-ISO 4401:2001 ISO 4401:2005	Napędy i sterowania hydrauliczne -- Rozdzielacze czterodrogowe -- Powierzchnie przyłączeniowe (wycofana) Hydraulic fluid power — Four-port directional control valves — Mounting surfaces
PN-ISO 8573-1:1995 ISO 8573-1:2010	Sprężone powietrze ogólnego stosowania -- Zanieczyszczenia i klasy (wycofana) Compressed air — Part 1: Contaminants and purity classes

Podstawowe symbole elementów pneumatycznych

Symbol	Opis	Symbol	Opis
	Przewody: • roboczy, zasilanie sterowania, • sygnał sterowania.		Możliwa zmienność lub nastawność parametrów (długi grot strzałki)
	Połączenie przewodów		Wskaźnik lub kontrola temperatury
	Skrzyżowanie przewodów bez połączenia		Dławienie czynnika roboczego
	Kierunek przepływu i rodzaj czynnika roboczego (niewypełniony to czynnik pneumatyczny)		Sprężyna
	Kierunek ruchu lub przepływu: ruch prostoliniowy jedno i dwukierunkowy, ruch obrotowy		Elementy mechaniczne (wał dźwignia, tłoczek)
	Zamknięcie kanału, odcięcie drogi przepływu		Droga wylotowa czynnika roboczego nieprzystosowana do łącznika
	Obrys elementów funkcyjnych stanowiących zespół		Droga wylotowa czynnika roboczego z łącznikiem



Wytwarzanie sprężonego powietrza

Zanieczyszczenia powietrza

Norma **ISO 8573-1:2010** (Sprężone powietrze ogólnego stosowania -- Zanieczyszczenia i klasy) wyróżnia trzy podstawowe zanieczyszczenia sprężonego powietrza:

- woda,
- zanieczyszczenia stałe,
- olej,

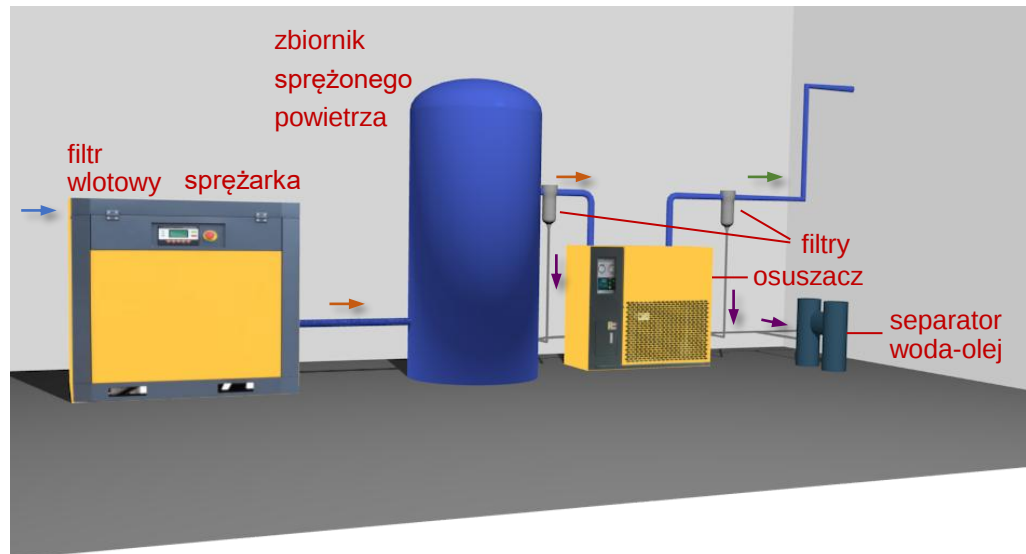
oraz definiuje klasy czystości powietrza (od 0 do X).

Klasa	Cząstki stałe			Woda		Olej (w postaci aerozoli i pary)
	wg. rozmiaru (dopuszczalna zawartość na m^3)			ciśnieniowy punkt rosy	w stanie ciekłym	mg/m^3
	0,1 – 0,5 μm	0,5 – 1,0 μm	1,0 – 5,0 μm			
0	Zgodnie ze specyfikacją użytkownika lub dostawcy sprzętu i bardziej rygorystyczne niż klasa 1					
1	$\leq 20\ 000$	≤ 400	≤ 10	≤ -70	–	$\leq 0,01$
2	$\leq 400\ 000$	$\leq 6\ 000$	≤ 100	≤ -40	–	$\leq 0,1$
3	–	$\leq 90\ 000$	$\leq 1\ 000$	≤ -20	–	≤ 1
...	...	...	...	...	...	...

Układ wytwarzania sprężonego powietrza

Proces wytwarzania sprężonego powietrza

- zassanie powietrza przez **filtr wlotowy** sprężarki (oczyszczenie z zanieczyszczeń, ochrona elementów sprężarki),
- przetworzenie energii mechanicznej silnika **sprężarki** (elektryczny lub spalinowy) w energię sprężonego powietrza (typowe układy przemysłowe wymagają **7 barów**),
- zgromadzenie sprężonego powietrza w **zbiorniku** (zapobiega wahaniom ciśnienia w instalacji, akumulacja nadmiaru powietrza w przypadku braku zapotrzebowania, możliwość pracy układu w sytuacji zapotrzebowania przekraczającego limit sprężarki).

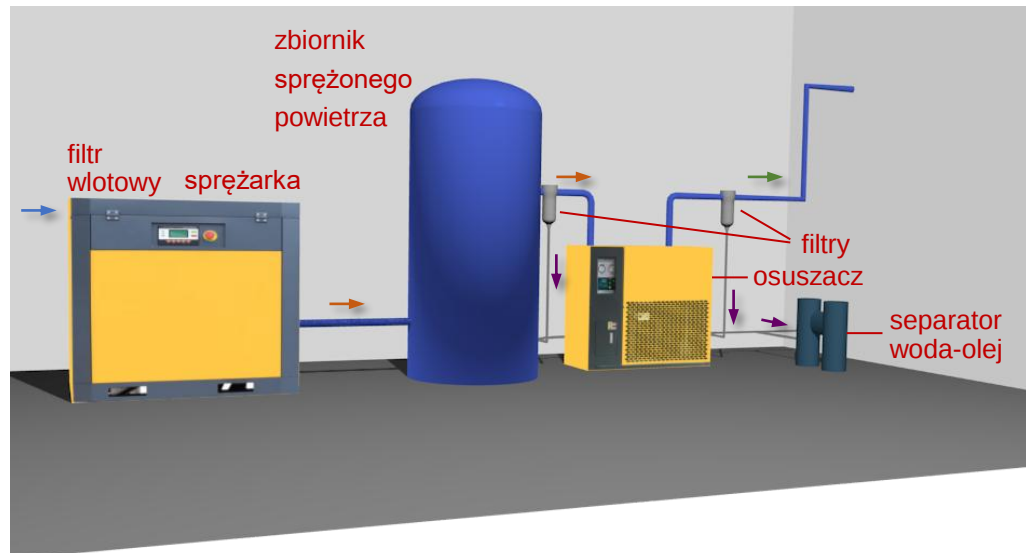


- powietrze
- sprężone powietrze
- oczyszczone sprężone powietrze
- kondensat

Układ wytwarzania sprężonego powietrza

Proces wytwarzania sprężonego powietrza cd

- usunięcie wody wytrąconej w wyniku zmiany ciśnienia i temperatury w **osuszaczu**,
- usunięcie zanieczyszczeń (piasek, rdza, pył, olej) niebezpiecznych dla urządzeń pneumatycznych przez **filtry**,
- odprowadzanie zanieczyszczenia (mieszanina wody, cząstek stałych i olejów, tzw. **kondensat**) przez zawory spustowe do **separatora woda-olej**, w którym woda jest oddzielana od zanieczyszczeń.

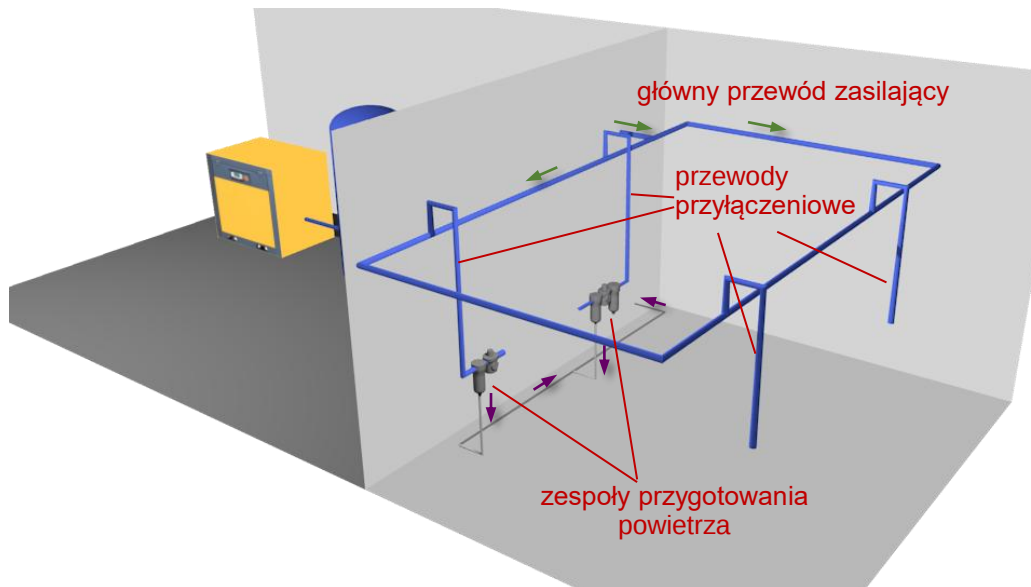


- powietrze
- sprężone powietrze
- oczyszczone sprężone powietrze
- kondensat

Instalacja sprężonego powietrza

Rozprowadzanie sprężonego powietrza

- oczyszczone sprężone powietrze jest doprowadzane do odbiorników za pomocą sieci przewodów rurowych,
- podstawowe układy instalacji:
 - liniowy – główny przewód zasilany z jednej strony, stosowany w małych instalacjach, nie zalecany ze względu na możliwe spadki ciśnienia na końcu instalacji,
 - pierścieniowy – główny przewód zasilający tworzy obwód zamknięty, powietrze dostarczane jest do odbiorników z dwóch stron, równomierny rozdział powietrza.



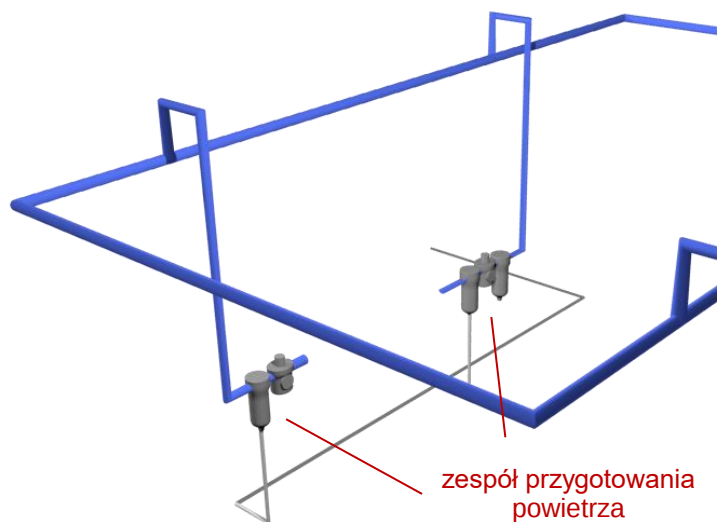
→ oczyszczone sprężone powietrze
→ kondensat

przewody przyłączeniowe
wyprowadzane są od góry przewodu
zasilającego tak aby wytrącający się
kondensat nie dostawał się do
kolejnych części układu

Instalacja sprężonego powietrza

Przygotowanie (uzdatnianie) sprężonego powietrza

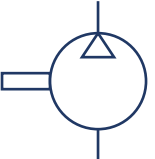
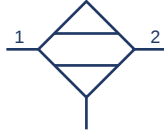
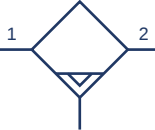
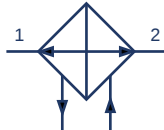
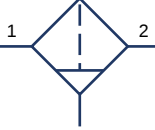
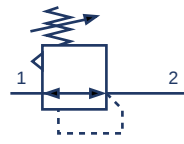
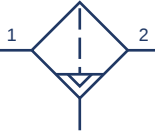
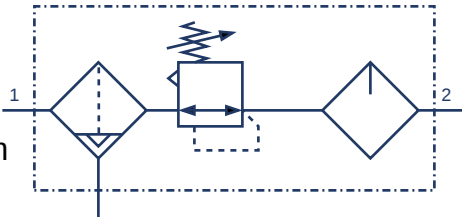
- w przewodach instalacji pneumatycznej wytrąca się kondensat, konieczne jest więc oczyszczanie powietrza bezpośrednio przed odbiornikami,
- ciśnienie zasilania musi być redukowane do ciśnienia roboczego odbiorników,
- jeśli konieczne jest smarowanie elementów układu pneumatycznego, sprężone powietrze należy nasycić mgłą olejową,
- funkcje uzdatniające w instalacji pneumatycznej pełnią **zespoły przygotowania powietrza**.



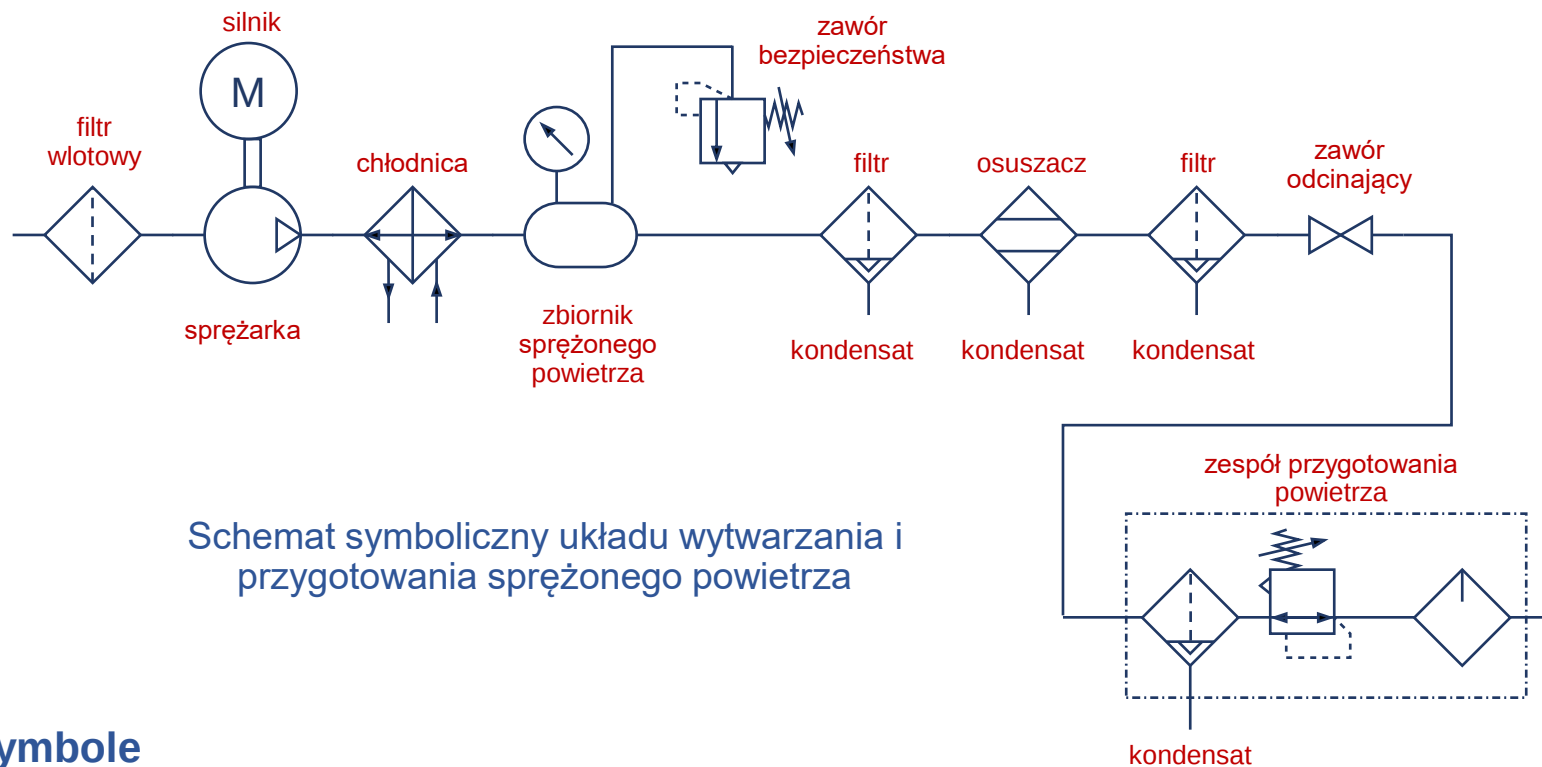
Zespoły przygotowania powietrza budowane są jako układy dwu albo trzy elementowe w których instalowane są:

- filtr,
- zawór redukcyjny,
- smarownica.

Symbole elementów układu wytwarzania powietrza

Symbol	Opis	Symbol	Opis
	Źródło ciśnienia		Tłumik hałasu
	Sprężarka		Zbiornik
	Filtr, symbol ogólny		Osuszacz
	Odwadniacz ze spustem ręcznym		Smarownica
	Odwadniacz ze spustem automatycznym		Chłodnica
	Filtr z odwadniaczem ze spustem ręcznym		Zawór redukcyjny
	Filtr z odwadniaczem ze spustem automatycznym		Zespół przygotowania powietrza

Wytwarzanie i przygotowanie sprężonego powietrza



Schemat symboliczny układu wytwarzania i przygotowania sprężonego powietrza

Symbole



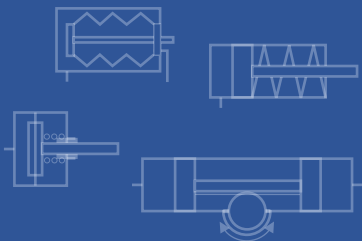
Manometr



uproszczony symbol
Zespołu przygotowania powietrza



Zawór odcinający



Pneumatyczne układy napędowe

Pneumatyczne układy napędowe

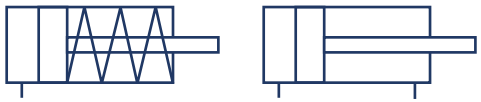
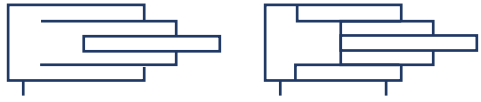
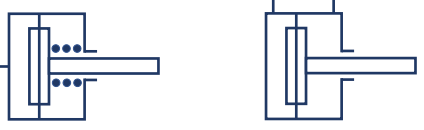
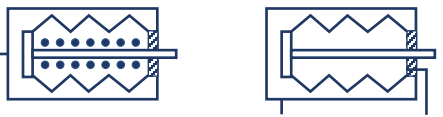
Pneumatyczny układ napędowy

układ przekształcający energię czynnika roboczego (sprężonego gazu, zazwyczaj powietrza) na energię mechaniczną.

Rodzaje pneumatycznych układów napędowych

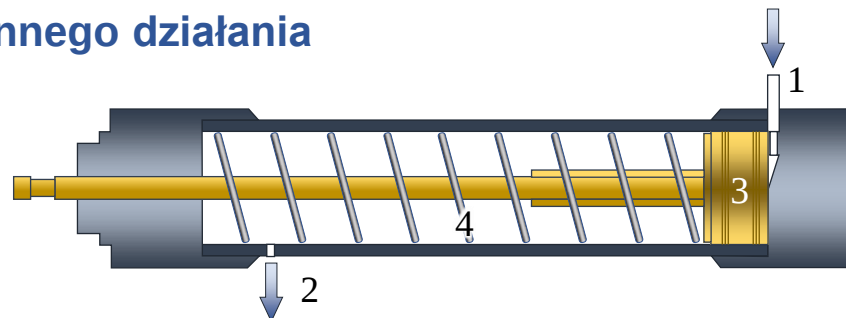
- **Siłowniki pneumatyczne** – wykorzystują energię czynnika roboczego do realizacji ruchów prostoliniowych oraz wytwarzania sił dociskowych lub uderzeniowych, wyróżnia się:
 - siłowniki z prostoliniowym ruchem tłoczyska,
 - siłowniki z wahadłowym ruchem wałka napędowego.
- **Silniki pneumatyczne** – wykorzystują energię czynnika roboczego do realizacji ruchu obrotowego (o ograniczonym lub nieograniczonym zakresie), wyróżnia się:
 - silniki o ruchu wahadłowym,
 - silniki o ruchu obrotowym,
 - silniki krokowe.

Typy siłowników pneumatycznych

Symbol	Typ	Opis
	Tłokowe	Ruch postępowo-zwrotny, jedno i dwustronne działanie, ciśnienie gazu oddziałuje na powierzchnię tłoka.
	Teleskopowe	Ruchu postępowo-zwrotny, jedno i dwustronne działanie, rodzaj siłowników tłokowych z teleskopowo wysuwającym tłoczyskiem (zwiększenie zakresu wysuwu).
	Membranowe	Ruchu postępowo-zwrotny, jedno i dwustronne działanie, ciśnienie gazu odkształca membranę (ograniczony zakres wysuwu).
	Mieszkowe	Ruch postępowo-zwrotny, jedno i dwustronne działanie, rodzaj siłowników membranowych o zwiększonym zakresie wysuwu.
	Workowe	Ruch postępowo-zwrotny, jednostronne działanie, ciśnienie gazu wypełnia poduszkę, która przesuwaa tłok (odseparowanie czynnika roboczego).
	O ruchu wahadłowym	Ruch wahadłowy (ruch postępowo-zwrotny przekształcany na obrót wałka wyjściowego o ograniczonym zakresie), dwustronne działanie.

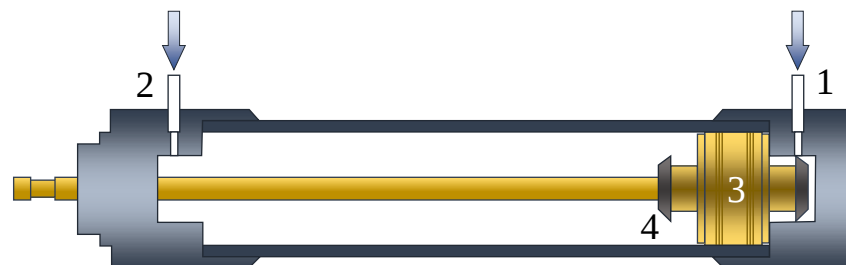
Siłowniki tłokowe

Siłownik jednostronnego działania



Podanie czynnika roboczego na przylącze (1) powoduje ruch tłoka (3) w lewo. Nadmiar gazu z lewej komory wypływa przez odpowietrzenie (2). Po zaprzestaniu podawania czynnika roboczego sprężyna (4) powoduje ruch powrotny tłoka, nadmiar gazu wypływa przez przylącze 1.

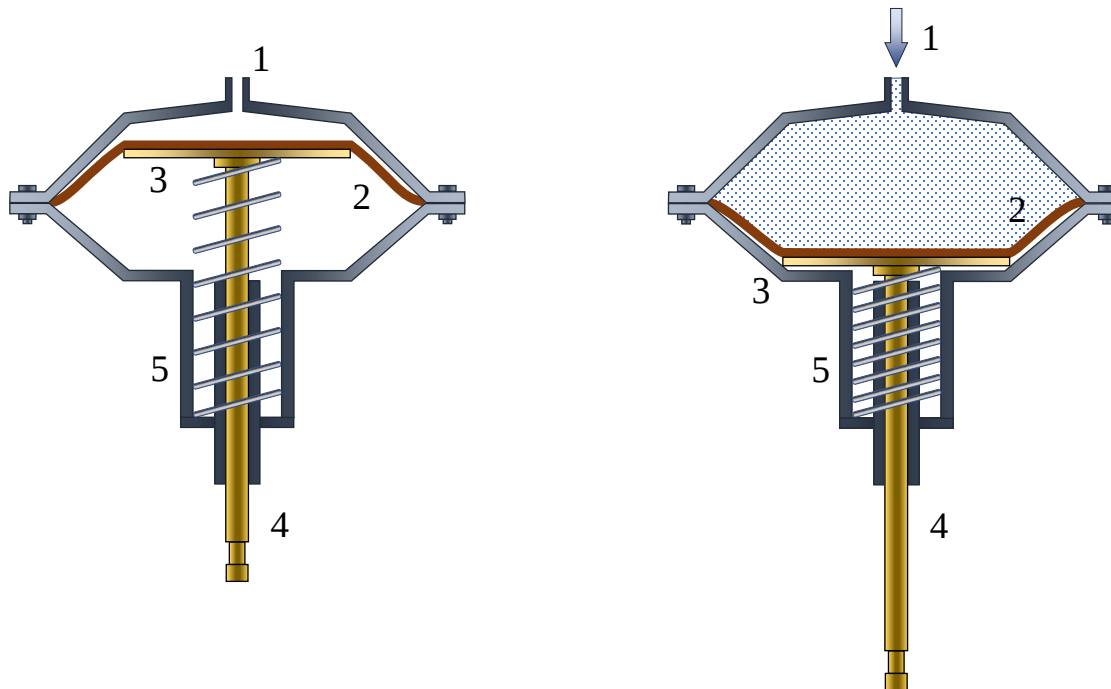
Siłownik dwustronnego działania (z tłumieniem)



Podanie czynnika roboczego na przylącze (1) powoduje ruch tłoka (3) w lewo. Nadmiar powietrza z lewej komory wypływa przez przylącze (2). Ruch powrotny tłoka wywołuje ciśnienie podane na przylącze (2), nadmiar gazu z prawej komory wypływa przez przylącze (1). Tłumienie: uszczelka (4) przymyka odprowadzenie gazu gdy tłok znajduje się w skrajnym położeniu, tworząc amortyzującą poduszkę pneumatyczną, która zmniejsza prędkość ruchu tłoka w końcowej fazie ruchu.

Siłowniki membranowe

Siłownik jednostronnego działania

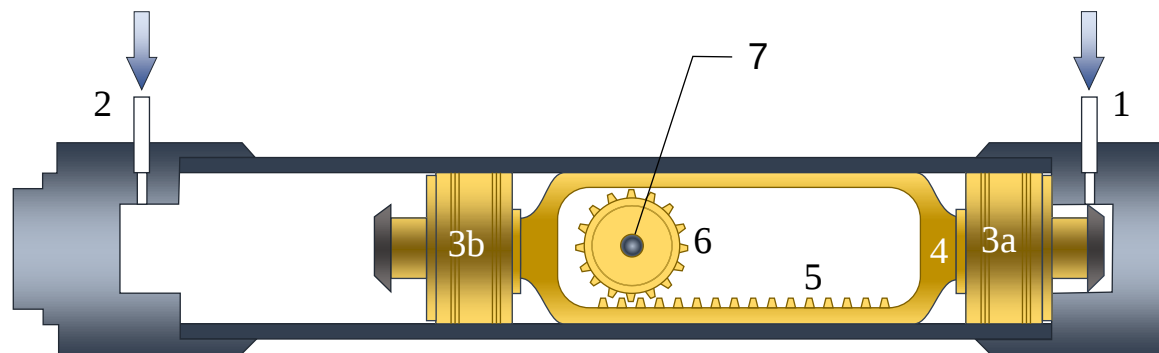


Membrana (2) naciska na sztywnik (3) połączony z tłoczyskiem (4), utrzymywanym w położeniu początkowym sprężyną (5). Podanie czynnika na przyłączy (1) powoduje odkształcenie membrany (2), która poprzez sztywnik (3) wypycha tłoczysko (4). Po zmniejszeniu ciśnienia sprężyna (5) powoduje ruch powrotny tłoka.

Wada: niewielki ruch roboczy (skok) tłoczyska.

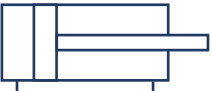
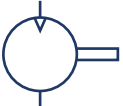
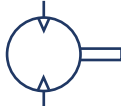
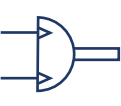
Zalety: nie wymaga smarowania powietrza, odseparowuje czynnik roboczy od części ruchomych.

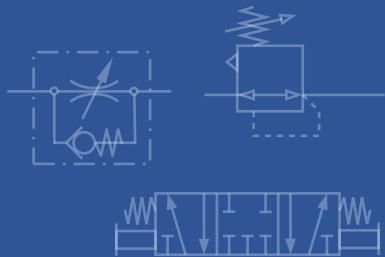
Siłowniki wahadłowe



Tłoki siłownika (3a i 3b) połączone są na sztywno z suwakiem (4). Poruszający się suwak (4) poprzez listwę zębatą (5) napędza koło zębate (6) osadzone na wale wyjściowym (7). Podanie czynnika roboczego na przyłącza (1) lub (2) powoduje ruch całego zespołu odpowiednio w lewo lub w prawo powodując naprzemienny kierunek obrotów wałka (7).

Symbole pneumatycznych elementów napędowych

Symbol wg. PN ISO 1219	Nazwa	Opis
 	Siłowniki jednostronnego działania pchający	sprężone powietrze wysuwa tłok (pcha), ruch powrotny pod wpływem siły zewnętrznej lub sprężyny
 	Siłowniki jednostronnego działania ciągnący	sprężone powietrze wsuwa tłok (ciągnie), ruch powrotny pod wpływem siły zewnętrznej lub sprężyny
 	Siłowniki dwustronnego działania	sprężone powietrze przesuwa tłok w obu kierunkach, tłoczysko jednostronne i dwustronne
 	Siłowniki z magnetycznym czujnikiem położenia	jedno lub dwustronne działanie, magnetyczny sygnalizator położenia krańcowych
 	Siłowniki z tłumieniem nienastawnym	siłowniki z nienastawnym tłumikiem (amortyzacją pneumatyczną) po stronie tylnej i po obu stronach
 	Siłowniki z tłumieniem nastawnym	siłowniki z nastawnym tłumikiem (amortyzacją pneumatyczną) po stronie tylnej i po obu stronach
  	Silniki pneumatyczne	Silniki pneumatyczne: z przepływem w jednym kierunku, w obu kierunkach, o ruchu wahadłowym



Sterowanie przepływem i ciśnieniem

Klasyfikacja elementów sterujących

- ❑ Elementy sterujące kierunkiem przepływu
 - zawory rozdzielające (rozdzielacze)
 - zawory zwrotne,
 - zawory szybkiego spustu,
 - zawory kolejności przepływu.
- ❑ Elementy sterujące natężeniem przepływu powietrza (zawory dławiące).
- ❑ Elementy sterujące ciśnieniem powietrza (zawory redukcyjne).
- ❑ Elementy o przeznaczeniu specjalnym
 - zawory realizujące funkcje logiczne,
 - zawory zabezpieczające (przełączniki ciśnienia).

Zawory rozdzielające

Zawory rozdzielające (rozdzielacze)

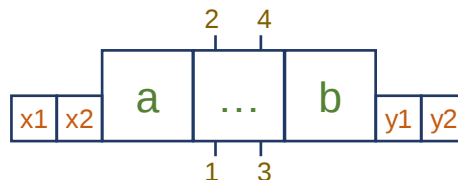
doprowadzają lub odprowadzają czynnik roboczy w określonej chwili do/z konkretnych odbiorników.

Cechy zaworów rozdzielających

- ❑ Liczba dróg przepływu – liczba niepołączonych ze sobą na trwale przyłączy;
- ❑ Liczba położeń (stanów) elementu sterującego;
- ❑ Rodzaj sterowania:
 - siłą ludzkich mięśni (ręcznie lub nożnie),
 - mechaniczne, elektryczne, pneumatyczne,
 - sterowanie mieszane;
- ❑ Odmiana sterowania:
 - bezpośrednie (bez wspomagania),
 - pośrednie (z własnym układem wspomagania),
 - bistabilne (utrzymują położenie po odłączeniu sterowania),
 - monostabilne (powracają do położenia początkowego po odłączeniu sterownia).

Zawory rozdzielające

Symbol zaworów rozdzielających



a, ..., b – oznaczenia możliwych położeń (stanów) zaworu (strzałki opisujące kierunki przepływu pomiędzy przyłączami);

x1, x 2, y1, y2 – sterowanie położeniem (symbol określający rodzaj sterowania);

1, 2, 3, 4 – przyłącza (rysowane tylko przy stanie wyjściowym).

Oznaczenie zaworów rozdzielających

N/M

N – liczna przyłączy, **M** – liczba stanów.

Np. 5/3 – pięciodrogowy, trzypołożeniowy,

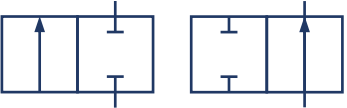
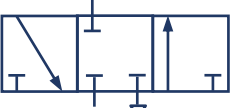
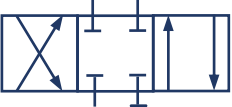
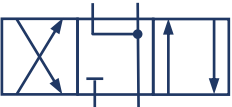
4/2 – czterodrogowy, dwupołożeniowy,

3/3 – trzydrogowy, trzypołożeniowy.

Oznaczenia przyłączy elementów pneumatycznych

Rodzaj przyłącza	Aktualne	Poprzednie
zasilanie (ciśnieniowe)	1	P
robocze	2, 4, 6	A, B, C
odpowietrzenie	3, 5, 7	R, S, T
sterowanie	10, 11, 12, 13	X, Y, Z

Wybrane symbole funkcyjne rozdzielaczy

Symbol	Opis
	2/2, dwudrogowy, dwupołożeniowy, normalnie zamknięty i normalnie otwarty
	3/2, trzydrogowy, dwupołożeniowy, normalnie zamknięty i normalnie otwarty
	4/2, czterodrogowy, dwupołożeniowy
	5/2, pięciodrogowy, dwupołożeniowy
	3/3, trzydrogowy, trzypołożeniowy, położenie środkowe odcięte (normalnie zamknięty)
	4/3, czterodrogowy, trzypołożeniowy, położeni środkowe odcięte (normalnie zamknięty)
	4/3, czterodrogowy, trzypołożeniowy, położenie środkowe połączone z atmosferą.

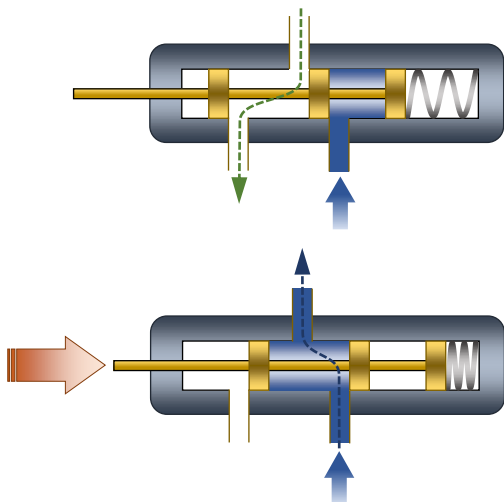
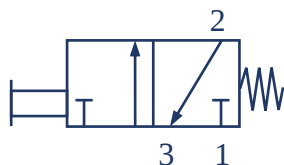
Symbole sposobu sterowania

Symbol	Opis	Symbol	Opis
   	Sterowanie siłą mięśni • symbol ogólny • przycisk • dźwignia • pedał	    	Sterowanie ciśnieniem • bezpośrednio przez wzrost ciśnienia • bezpośrednio przez spadek ciśnienia • przez różnicę ciśnień • pośrednio przez wzrost ciśnienia wywołany przez zawór wspomagający • pośrednio przez spadek ciśnienia wywołany przez zawór wspomagający
   	Sterowanie mechaniczne • popychacz • sprężyna • dźwignia	  	Sterowanie elektryczne (elektromagnes) Sterowanie mieszane • elektromagnes lub zawór wspomagający • pneumatyczny zawór wspomagający sterowany elektromagnesem

Suwakowe zawory rozdzielające

Zawór rozdzielający 3/2

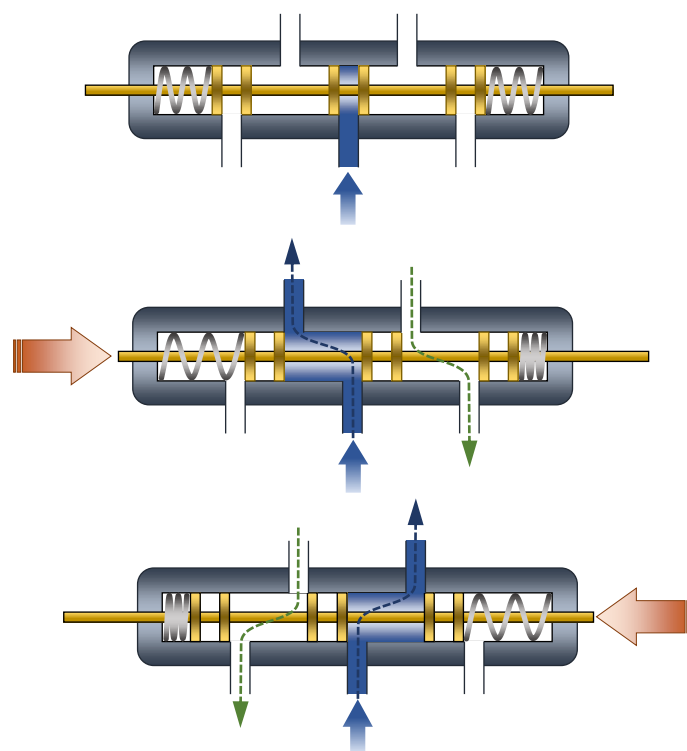
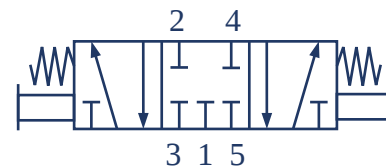
(trzydrogowy, dwupołożeniowy)



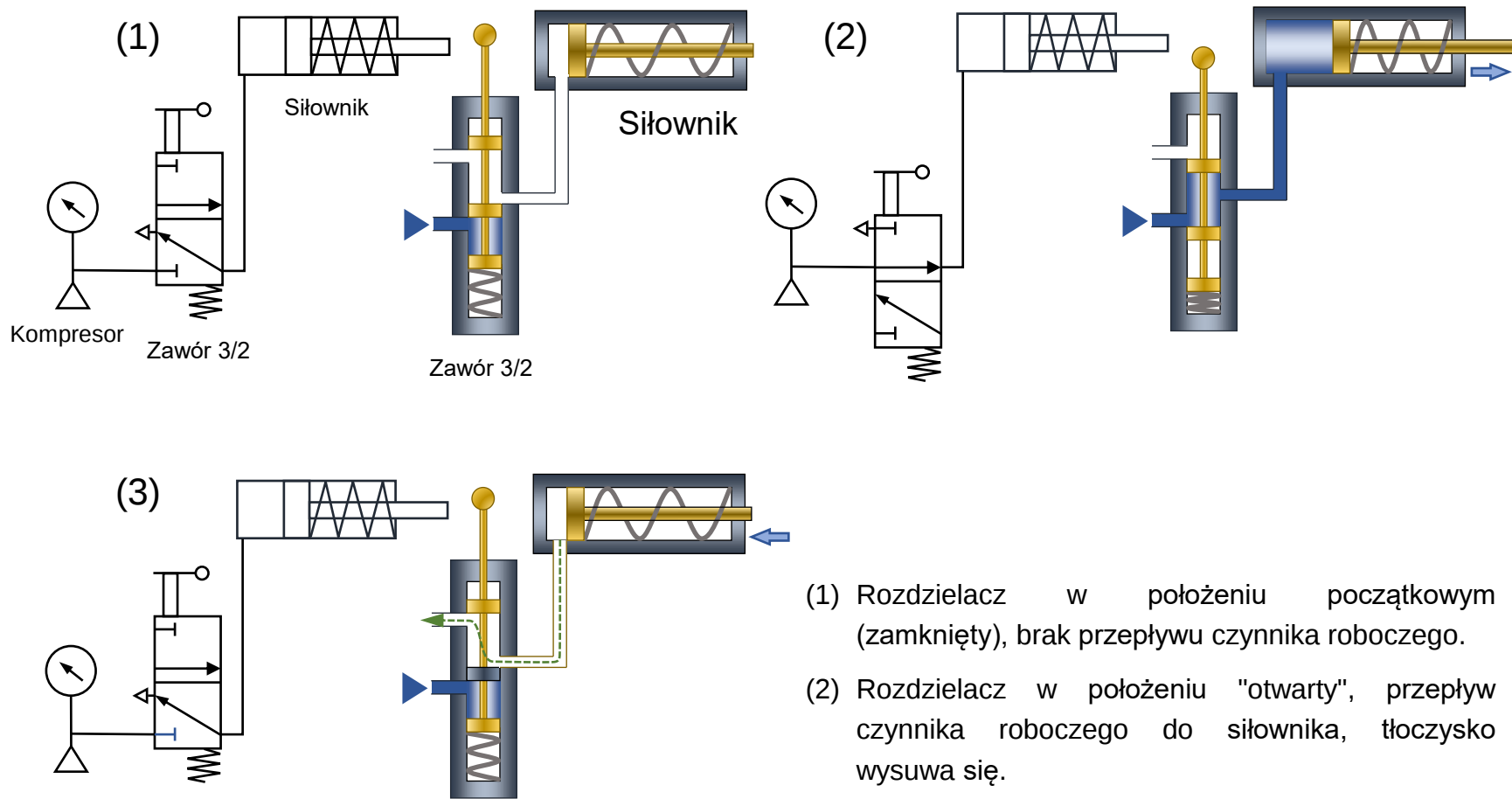
- 1 – przyłącze zasilania (ciśnieniowe)
- 3, 5 – przyłącza odpływowe (odpowietrzenie)
- 2, 4 – przyłącza robocze

Zawór rozdzielający 5/3

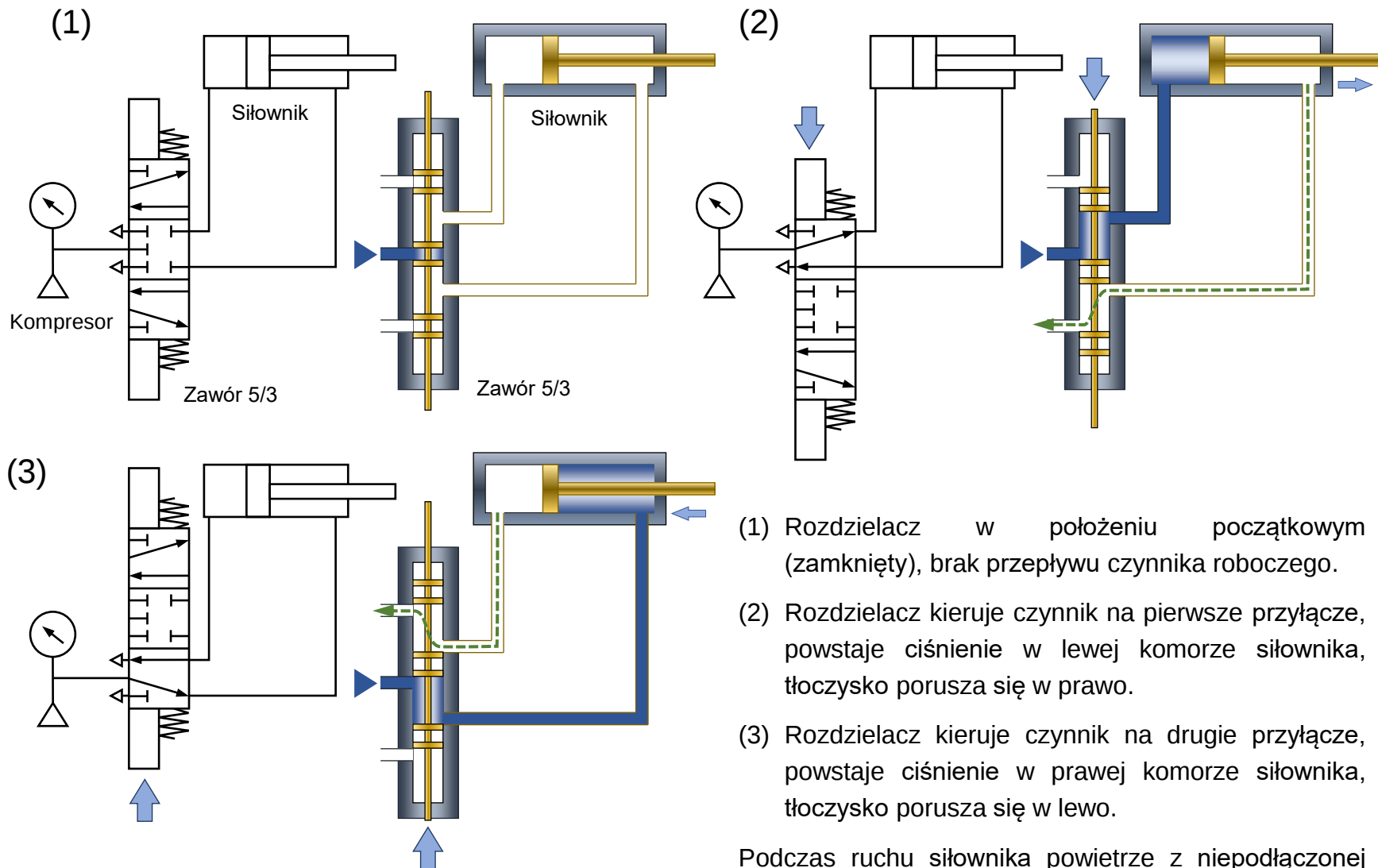
(pięcioprodrogowy, trzypołożeniowy)



Sterowanie siłownikiem jednostronnego działania

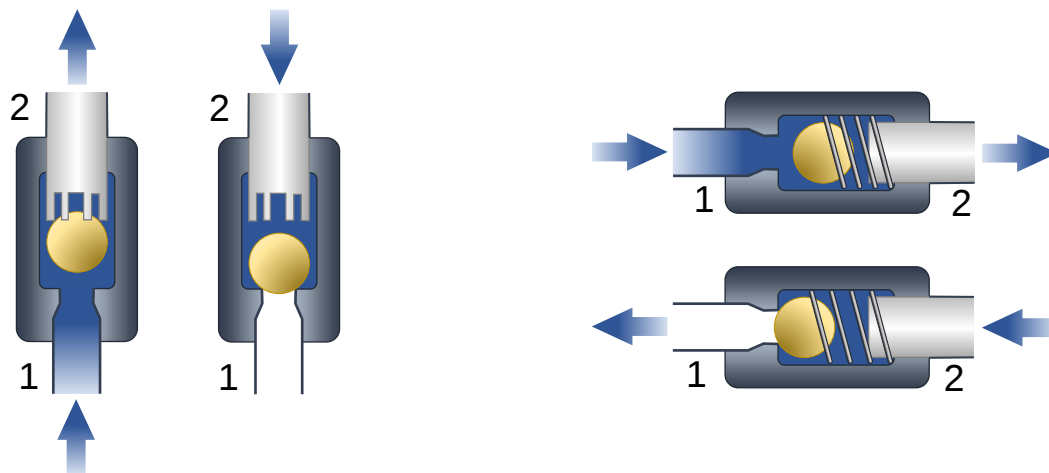


Sterowanie siłownikiem dwustronnego działania



Zawory zwrotne

Zawór zwrotny umożliwia przepływ czynnika roboczego tylko w jednym kierunku.



Ciśnienie czynnika roboczego skierowane od przyłącza (1) wypycha kulkę zaworu (obciążoną grawitacyjnie lub sprężyną), co pozwala na swobodny przepływ do przyłącza (2). W przypadku czynnika skierowanego przeciwnie kulka zamyka przepływ i jest dociskana przez ciśnienie, co uszczelnia zawór.



zawór nieobciążony,



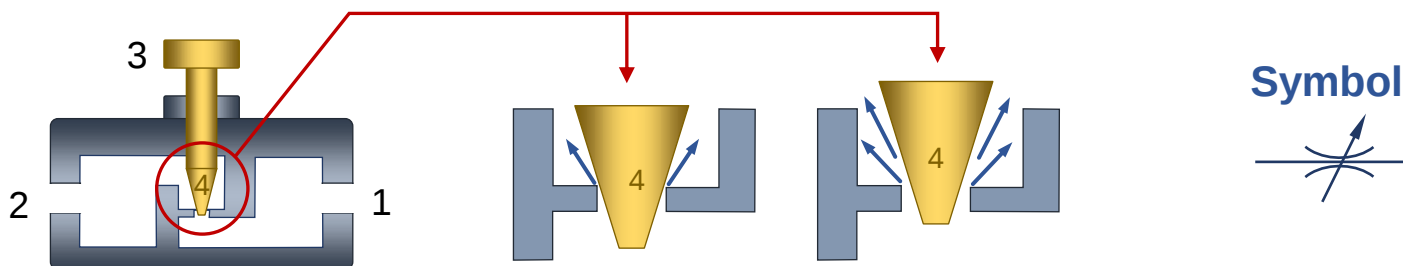
zawór obciążony sprężyną



zawór sterowany.

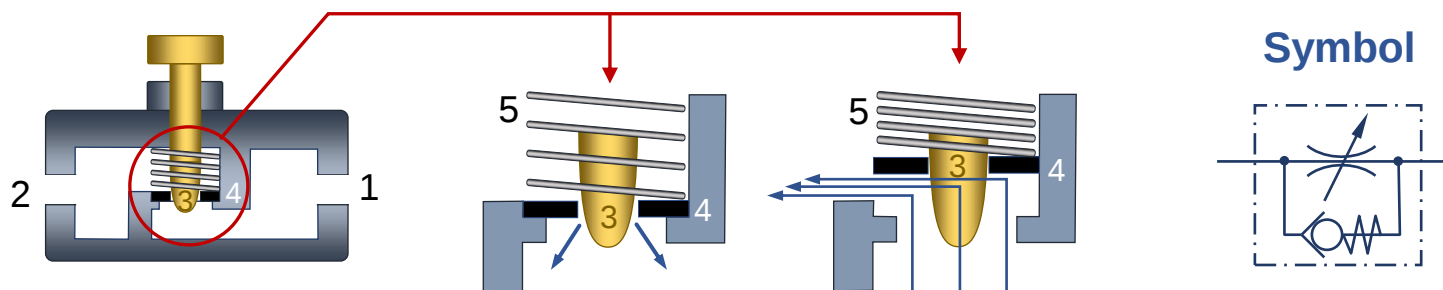
Zawory dławiące i dławiąco zwrotne

Zawór dławiący steruje natężeniem przepływu powietrza



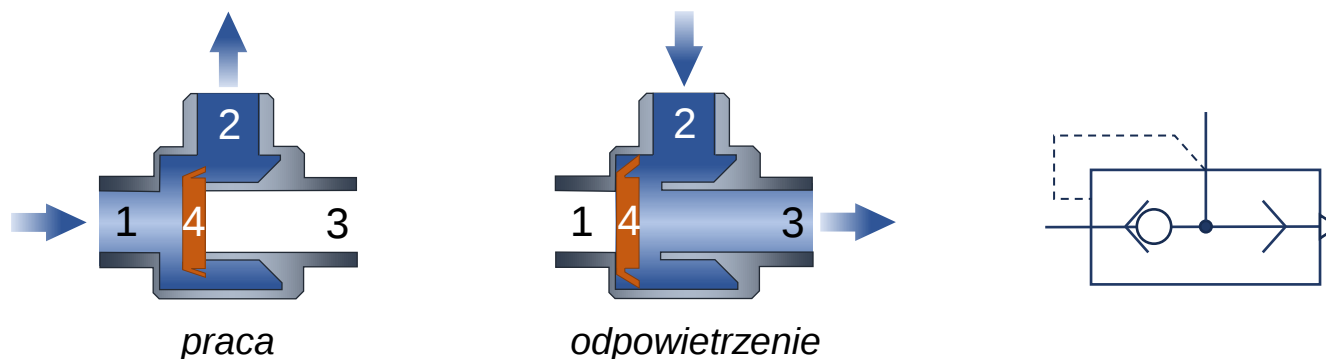
Czynnik roboczy przepływający pomiędzy przyłączami (1) i (2) (kierunek dowolny) przepływa przez szczelinę ustawianą pokrętle (3) przesuwającym grzybek (4). Wielkość szczeliny określa ilość czynnika, który może przepłynąć.

Zawór dławiąco zwrotny łączy cechy zaworu dławiącego i zwrotnego, zapewniając swobodny przepływ sprężonego powietrza w jednym kierunku oraz umożliwiając dławienie w odwrotnym kierunku.



Zawór szybkiego spustu

Zawór szybkiego spustu (odpowietrzenie) przyspiesza działanie elementów napędzanych sprężonym powietrzem. Najczęściej służy do odpowietrzania siłowników pneumatycznych, lub linii zasilających inne urządzenia pneumatyczne.

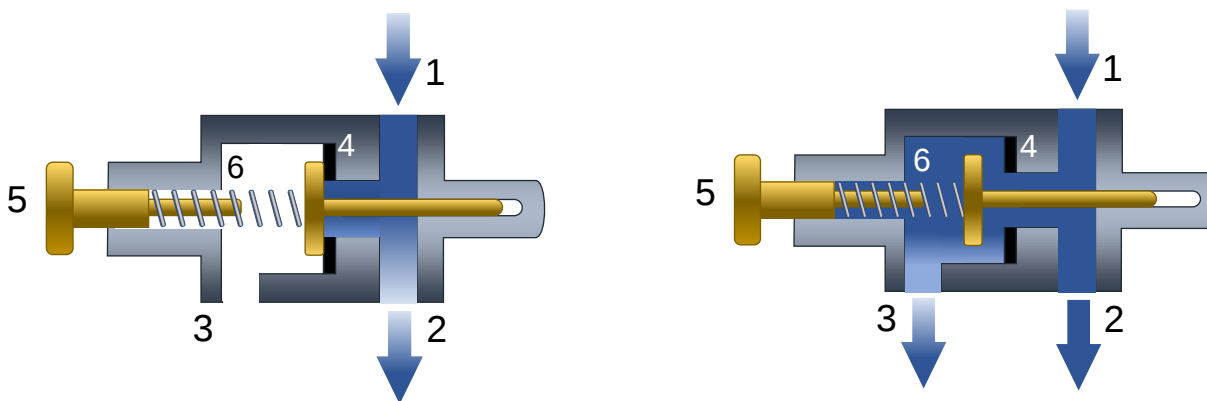


Czynnik roboczy pod ciśnieniem, dostarczany przyłączem (1), dociska uszczelkę (4) do odpływu (3) i przepływa do przyłącza roboczego (2). Gdy ciśnienie na przyłączy (1) spada czynnik roboczy docierający przez przyłącze (2) dociska uszczelkę do przyłącza (1) i otwiera odpływ (3), dzięki czemu może szybko zostać uwolniony do atmosfery.

W typowych zastosowaniach przyłącze (2) zaworu jest połączone z przyłączem siłownika, co ułatwia opróżnienie cylindra i szybki powrót tłoka do położenia początkowego.

Zawory kolejności przepływu

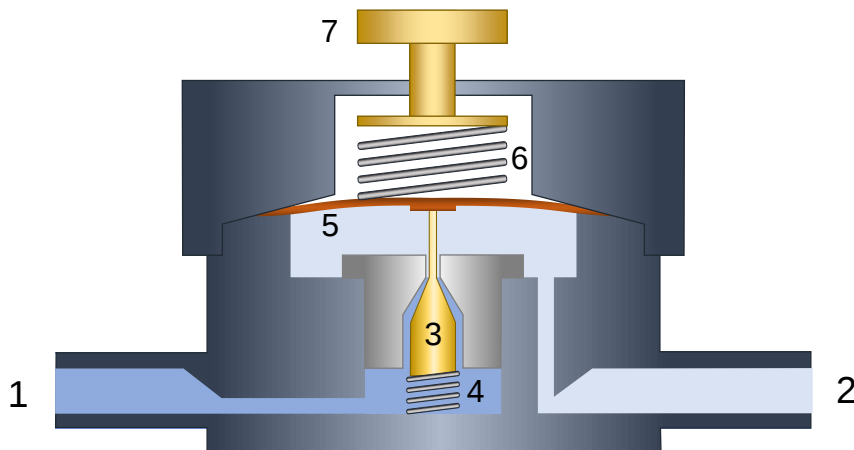
Zawór kolejności przepływu zapewnia odpowiednią kolejność wypływu czynnika roboczego z kolejnych kanałów wyjściowych.



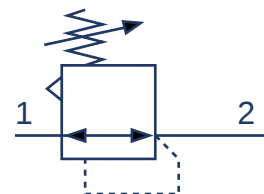
Czynnik roboczy przepływa z przyłącza (1) do (2). Przepływ do sąsiedniej komory i przyłącza (3) jest blokowany grzybkim uszczelnionym uszczelką (4) i dociskany sprężyną (6). Siłę docisku sprężyny ustala pokrętko (5). Gdy ciśnienie w odbiorniku połączonym z przyłączem (2) osiąga wartość, przy której siła działająca na grzybek przekraczającą ustawioną siłę docisku sprężyny, grzybek zostaje odepchnięty i czynnik roboczy przepływa do przyłącza (3).

Zawory redukcyjne

Zawór redukcyjny pozwala na ustalenie wymaganego poziomu ciśnienia w instalacji pneumatycznej.

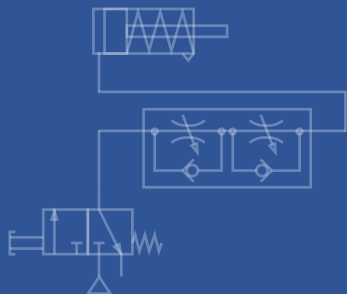


symbol



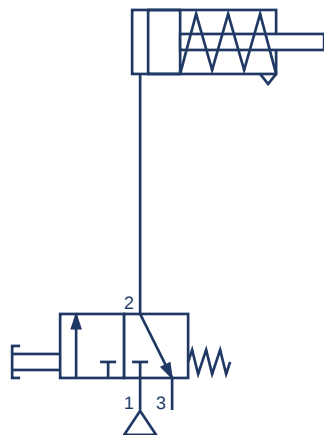
Czynnik roboczy o wysokim ciśnieniu dostarczany jest przyłączem (1) i przepływa przez szczelinę zamykaną zaworem grzybkowym (3) dociskany do gniazda sprężyną (4). Od góry na grzybek (3) działa membrana (5) dociskana sprężyną (6). Siłę docisku sprężyny można regulować pokrętle (7). Bez nacisku sprężyny grzybek zamyka przepływ.

Napięcie sprężyny (6) przesuwą grzybek (3) w dół i umożliwia przepływ czynnika do drugiej komory, co powoduje wzrost ciśnienia i powstanie siły przeciwdziałającej sprężynie (6), która odkształca membranę (6) wypychając ją w górę. Ruch membrany do góry umożliwia dociśnięcie grzybka do gniazda i zmniejszenie szczeliny, co zmniejsza ilość przepływającego czynnika aż do chwili osiągnięcia założonej wartości ciśnienia w drugiej komorze i na przyłączu (2).



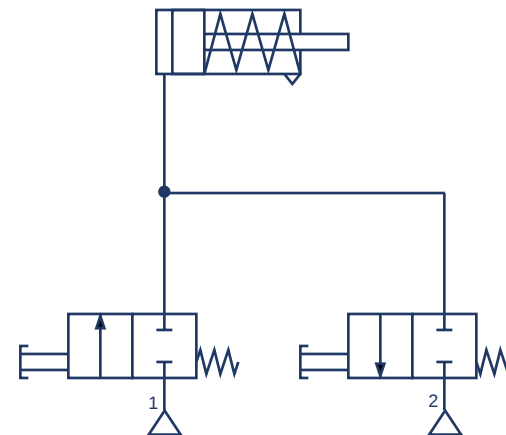
Sterowanie siłownikami pneumatycznymi

Sterowanie bezpośrednie sił. jednostronnego działania



wykorzystanie zaworu rozdzielającego 3/2

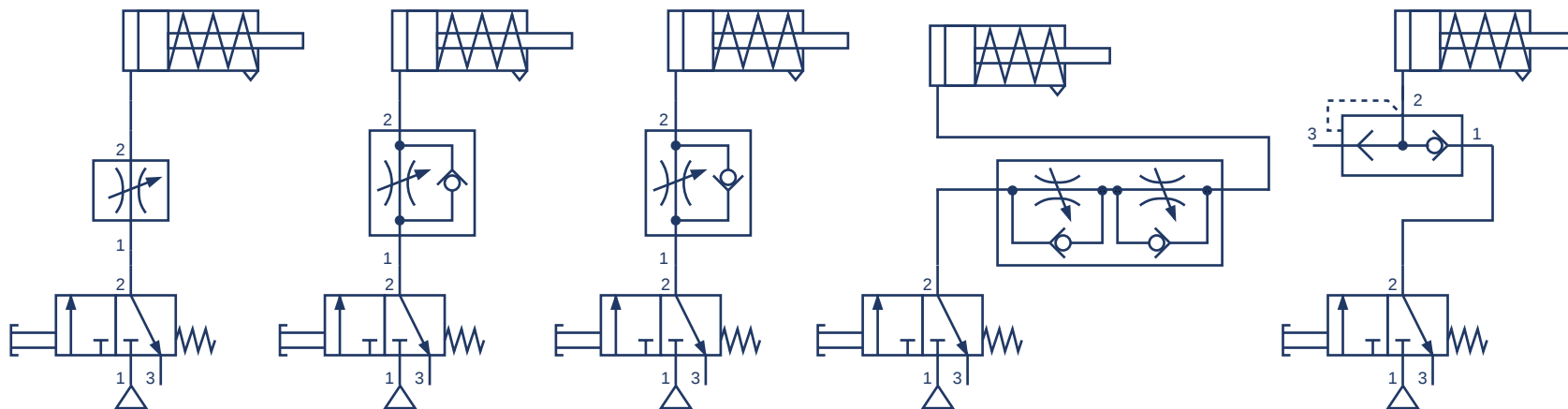
- zawór w położeniu spoczynkowym łączy komorę siłownika z odpowietrzeniem,
- po naciśnięciu przycisku sterującego sprężone powietrze kierowane jest do komory siłownika co powoduje wysuwanie się tłoczyska,
- po zwolnieniu przycisku siłownik jest odpowietrzany a sprężyna wymusza ruch powrotny tłoczyska.



wykorzystanie zaworów rozdzielających 2/2

- w położeniu spoczynkowym obydwu zaworów tłoczysko jest zatrzymane,
- naciśnięcie przycisku sterującego zaworu z lewej strony kieruje sprężone powietrze do komory siłownika a naciśnięcie przycisku sterującego zaworu z prawej strony odpowietrza siłownik co powoduje odpowiednio wysuw i wsuw tłoczyska.

Sterowanie bezpośrednie sił. jednostronnego działania



regulacja prędkości ruchu tłoczyska (od lewej):

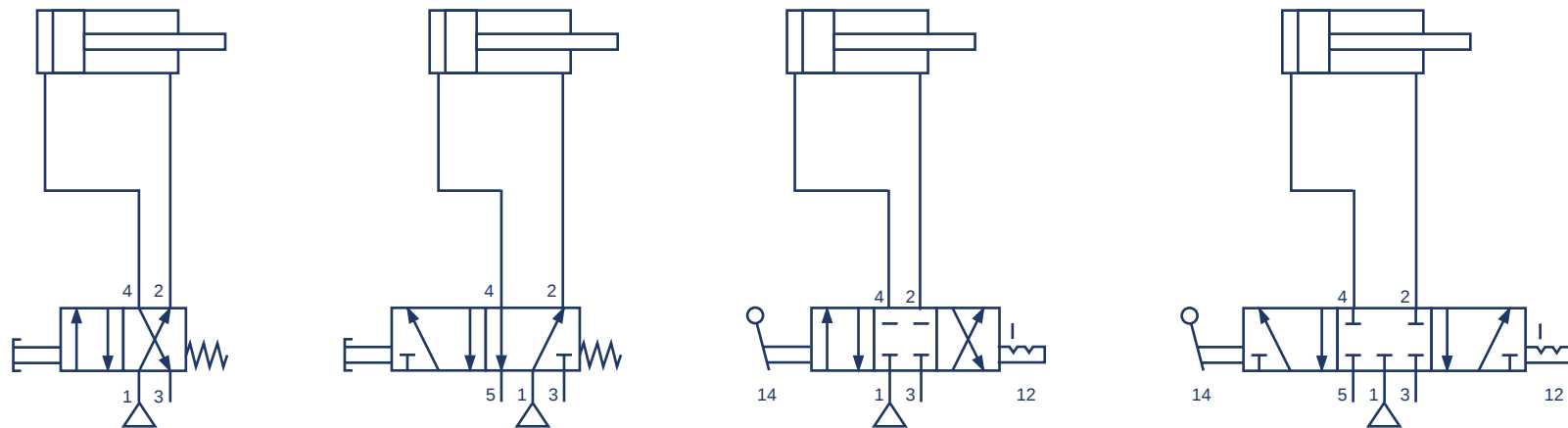
wysuwu i spustu (równe), wysuwu, spustu, wysuwu i spustu (różne), szybki spust

Prędkość ruchu tłoczyska może być regulowana przy pomocy:

- zaworów dławiących,
- zaworów dławiąco zwrotnych,
- zaworów szybkiego spustu

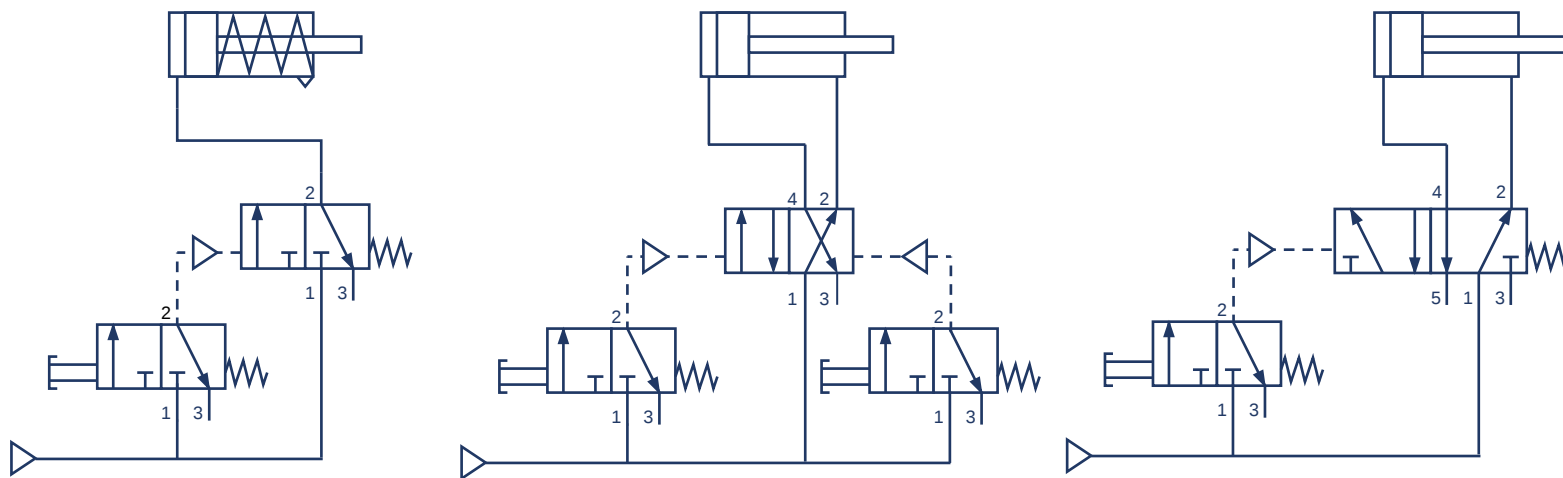
umieszczanych pomiędzy zaworem rozdzielającym a siłownikiem.

Sterowanie bezpośrednie sił. dwustronnego działania



- sterowanie siłownikiem dwustronnego działania zrealizowane za pomocą zaworów:
 - 4/2,
 - 5/2,
 - 4/3,
 - 5/3,
- zawory dwupołożeniowe w każdym położeniu łączą jedną z komór siłownika z zasilaniem a drugą z odpowietrzeniem (zawór 4/2 ma jedno odpowietrzenie, 5/2 dwa odpowietrzenia),
- zawory trójpokożeniowe pozwalają na zatrzymanie ruchu tłoczyska.

Sterowanie pośrednie



- sterowanie pośrednie jest stosowane do sterowania dużymi siłownikami oraz w przypadku dużej odległości siłownika od pulpitu sterującego,
- w układzie sterowania pośredniego można wyróżnić: **obwód sterowania** i **obwód roboczy**, w układach sterowania ciśnienia i natężenia przepływu są niskie w porównaniu z wartościami tych parametrów w układach roboczych.