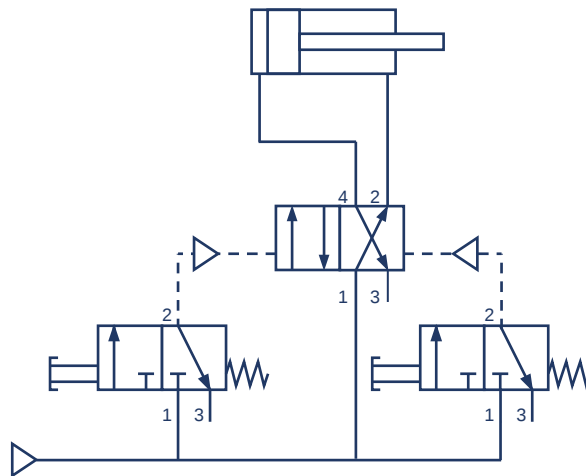


Podstawy automatyki i elektrotechniki

Układy pneumatyczne i elektryczne



Wytwarzanie sprężonego powietrza

Pneumatyczne układy napędowe

Sterowanie przepływem i ciśnieniem

Elementy stykowych układów sterowania

Schematy elektryczne

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

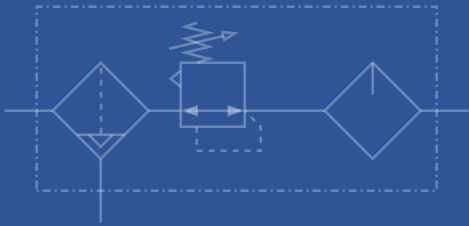
technologia mająca na celu wprowadzenie metod i urządzeń, które przejmują działania poznawcze, intelektualne oraz decyzyjne człowieka i wykonują określone czynności bez jego udziału (samoczynnie).

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

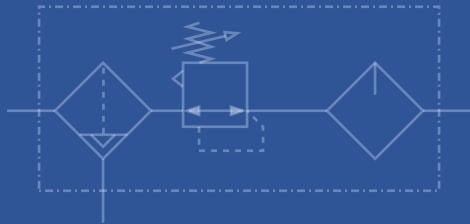
Zalety	Wady
czynnik roboczy – sprężone powietrze	
• nieograniczony dostęp do surowca (atmosfera) łatwe przechowywanie nawet dużych ilości, • łatwy transport przewodowy (rury), • po zużyciu, bez dalszego przetwarzania, może być uwalniane bezpośrednio do atmosfery,	• konieczność oczyszczania z zanieczyszczeń (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.		Wskaźnik lub kontrola temperatury
	Obrys elementów funkcyjnych stanowiących zespół		Sprężyna
	Elementy mechaniczne (wał, dźwignia, tłoczysko)		Dławienie czynnika roboczego
	Kierunek przepływu i rodzaj czynnika roboczego (niewypełniony to czynnik pneumatyczny)		Połączenie przewodów
	Kierunek ruchu lub przepływu: ruch prostoliniowy jedno i dwukierunkowy, ruch obrotowy		Skrzyżowanie przewodów bez połączenia
	Możliwa zmienność lub nastawność parametrów (długi grot strzałki)		Droga wylotowa czynnika roboczego nieprzystosowana do łącznika
	Zamknięcie kanału, odcięcie drogi przepływu		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,

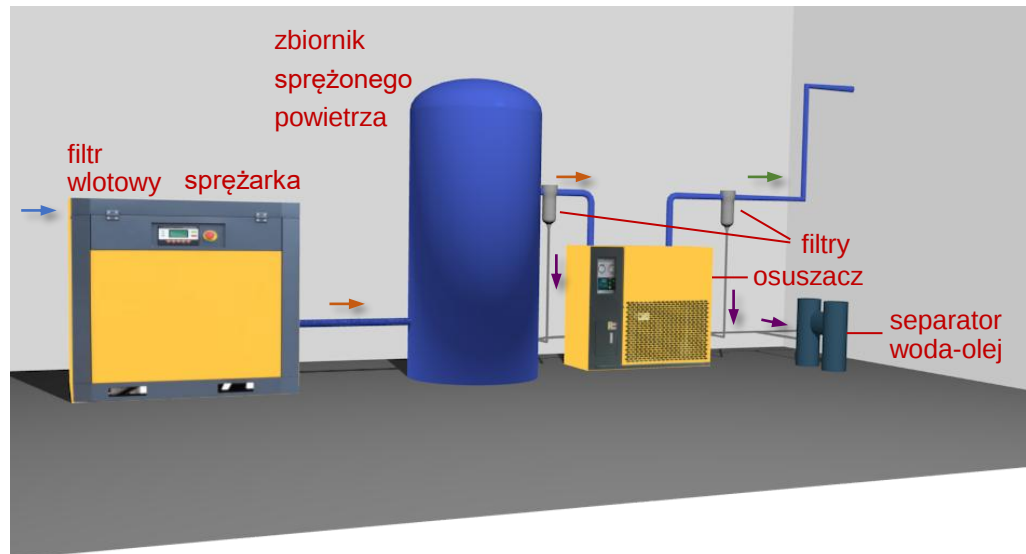
oraz definiuje klasy czystości powietrza (od 0 do X).

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).

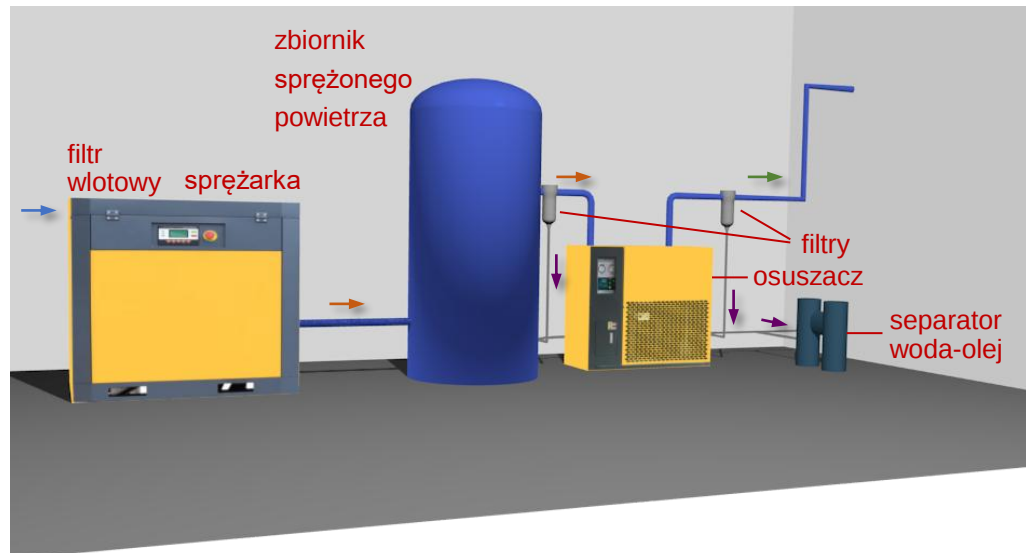


- powietrze
- sprężone powietrze
- oczyszczone sprężone powietrze
- kondensat

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.

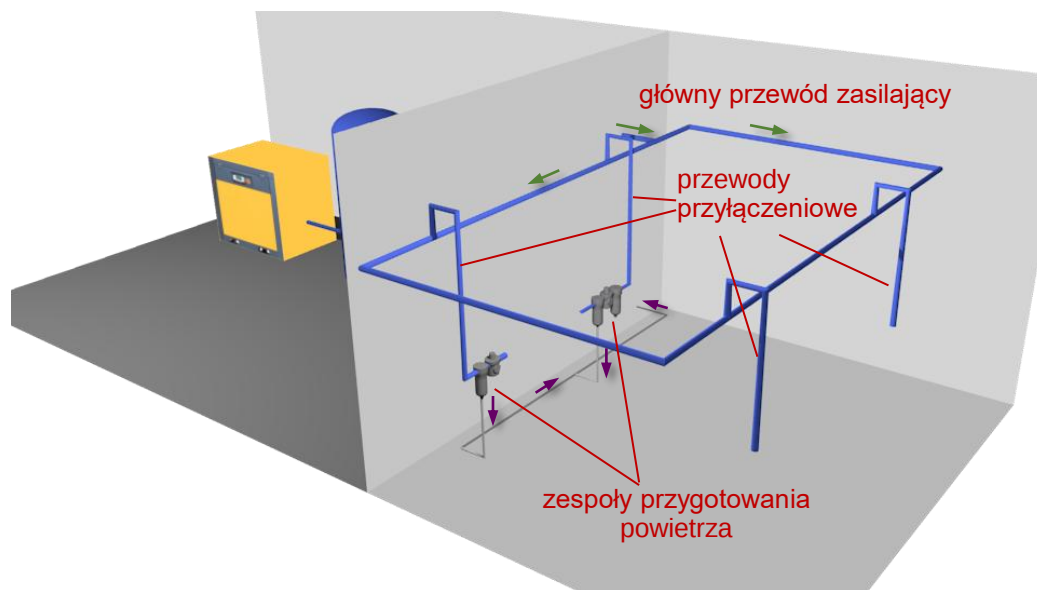


- powietrze
- sprężone powietrze
- oczyszczone sprężone powietrze
- kondensat

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.



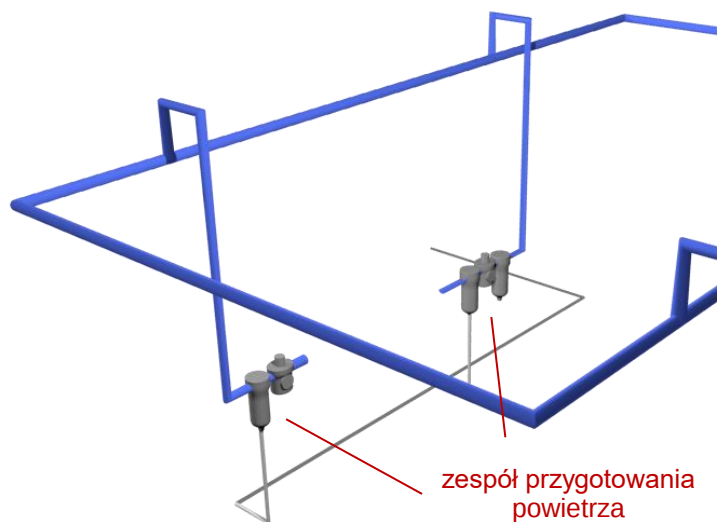
→ oczyszczone sprężone powietrze
→ kondensat

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

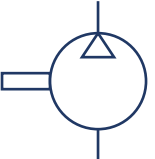
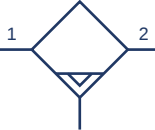
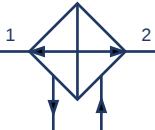
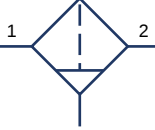
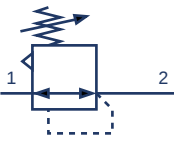
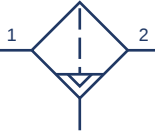
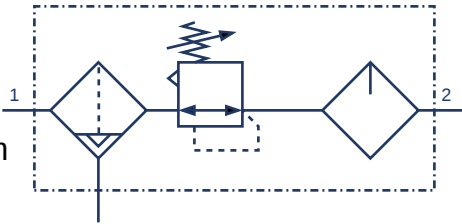
- w przewodach instalacji pneumatycznej wytrąca się kondensat, konieczne jest więc oczyszczanie powietrza bezpośrednio przed odbiornikami,
- ciśnienie zasilania musi być redukowane do ciśnienia roboczego odbiorników,
- jeśli konieczne jest smarowanie elementów układu pneumatycznego, sprężone powietrze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



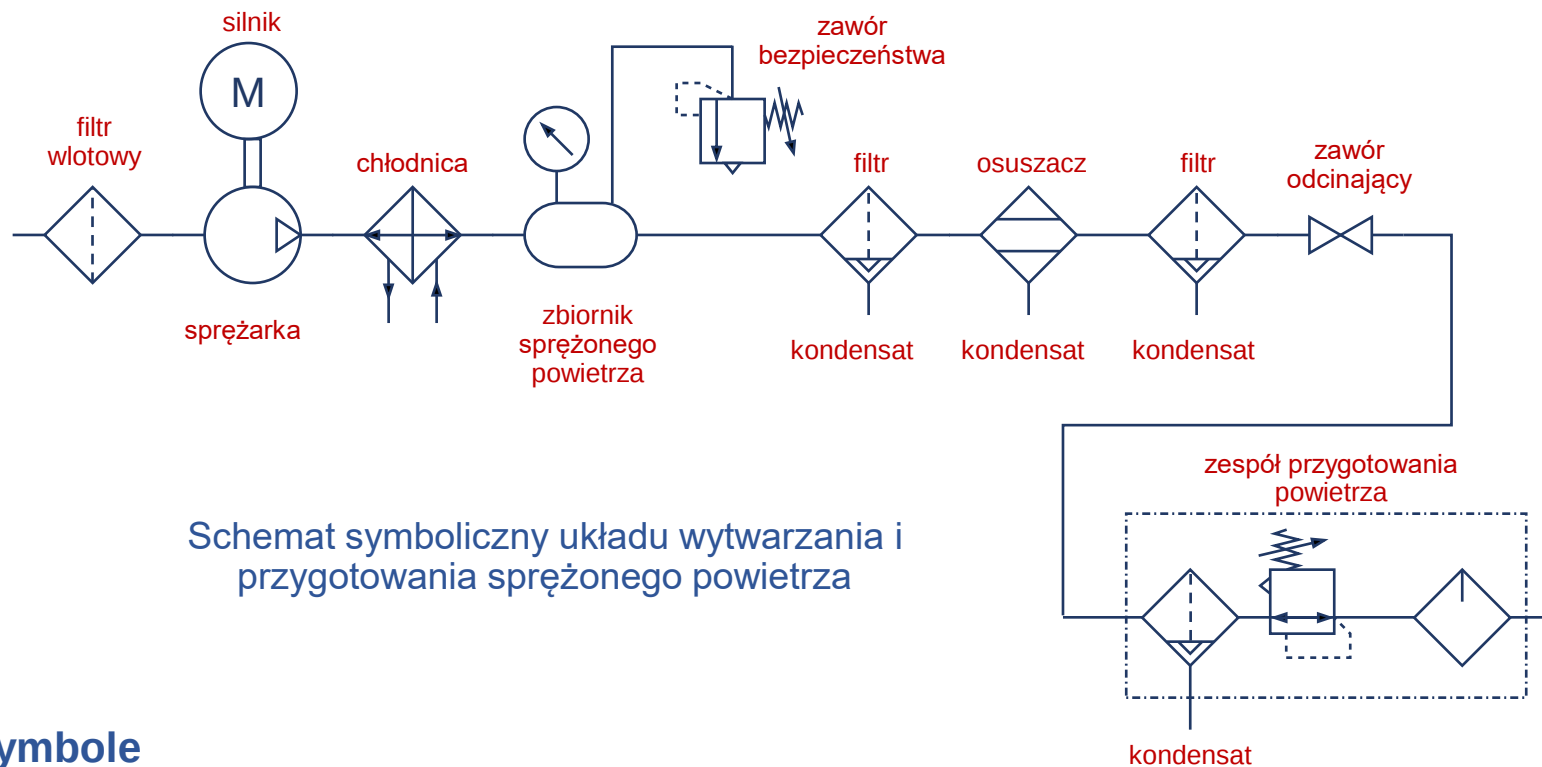
Zespoły przygotowania powietrza budowane są jako układy dwu albo trzy elementowe w których instalowane są:

- 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



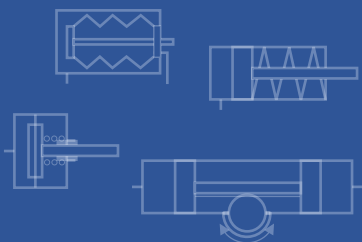
Manometr



uproszczony symbol
Zespołu przygotowania powietrza



Zawór odcinający



Pneumatyczne układy napędowe

Pneumatyczne układy napędowe

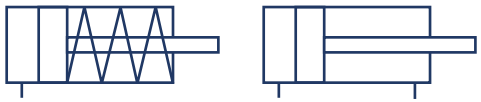
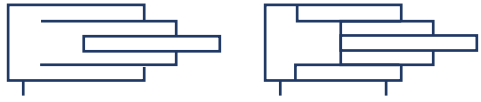
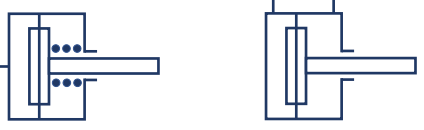
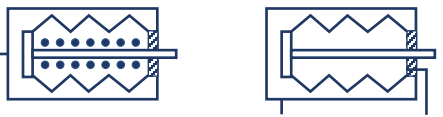
Pneumatyczny układ napędowy

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

Rodzaje pneumatycznych układów napędowych

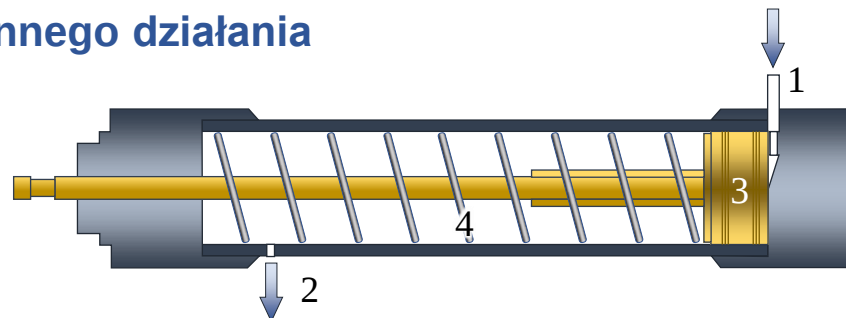
- **Siłowniki pneumatyczne** – wykorzystują energię czynnika roboczego do realizacji ruchów prostoliniowych oraz wytwarzania sił dociskowych lub uderzeniowych, wyróżnia się:
 - siłowniki z prostoliniowym ruchem tłoczyska,
 - siłowniki z wahadłowym ruchem wałka napędowego.
- **Silniki pneumatyczne** – 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.

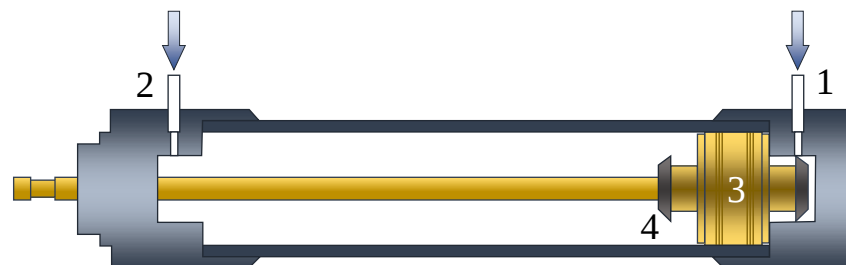
Siłowniki tłokowe

Siłownik jednostronnego działania



Podanie czynnika roboczego na przyłączy (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 przyłączy 1.

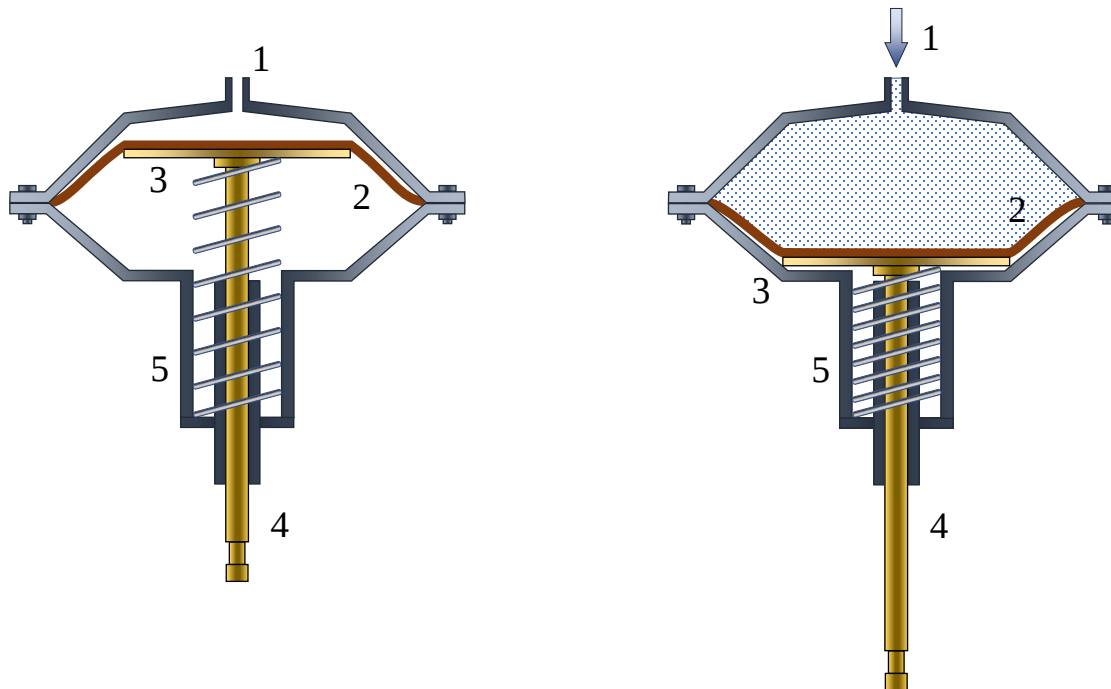
Siłownik dwustronnego działania (z tłumieniem)



Podanie czynnika roboczego na przyłączy (1) powoduje ruch tłoka (3) w lewo. Nadmiar powietrza z lewej komory wypływa przez przyłączy (2). Ruch powrotny tłoka wywołuje ciśnienie podane na przyłączy (2), nadmiar gazu z prawej komory wypływa przez przyłączy (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

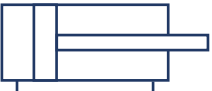
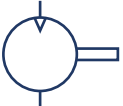
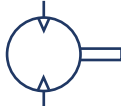
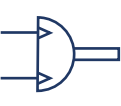


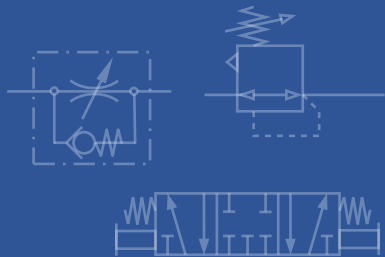
Membrana (2) naciska na sztywnik (3) połączony z tłoczyskiem (4), utrzymywanym w położeniu początkowym sprężyną (5). Podanie czynnika na przyłączy (1) powoduje odkształcenie membrany (2), która poprzez sztywnik (3) wypycha tłoczysko (4). Po zmniejszeniu ciśnienia sprężyna (5) powoduje ruch powrotny tłoka.

Wada: niewielki ruch roboczy (skok) tłoczyska.

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

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 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)

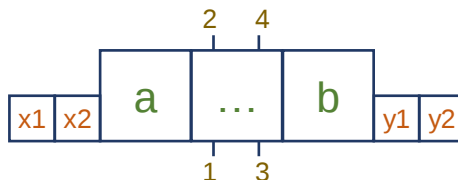
doprowadzają lub odprowadzają czynnik roboczy w określonej chwili do/z konkretnych odbiorników.

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

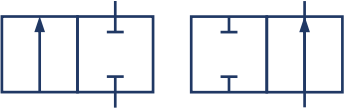
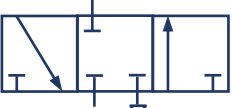
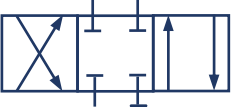
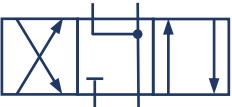
N – liczna przyłączy, **M** – liczba stanów.

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.

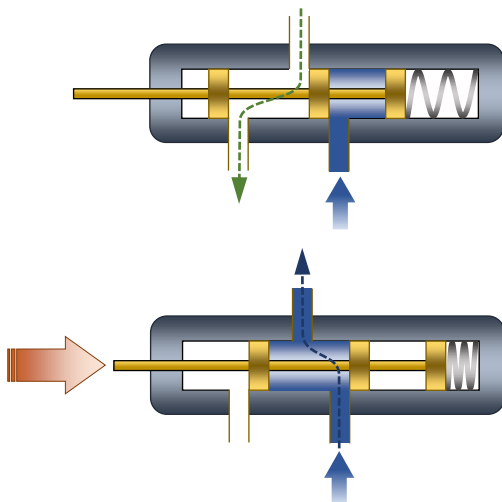
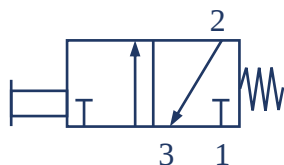
Symbole sposobu sterowania

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

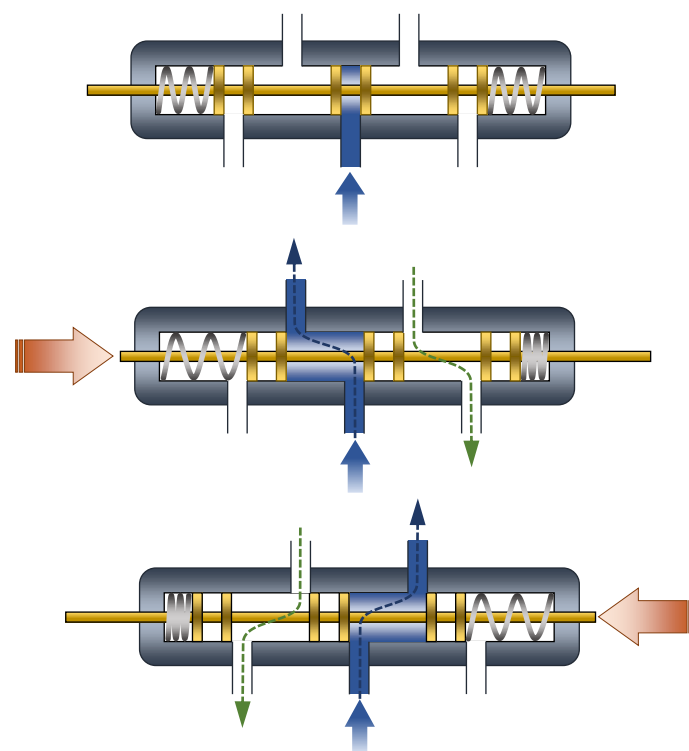
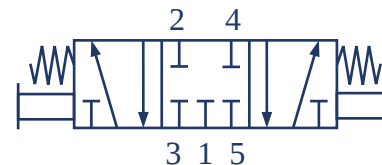
(trzydrogowy, dwupołożeniowy)



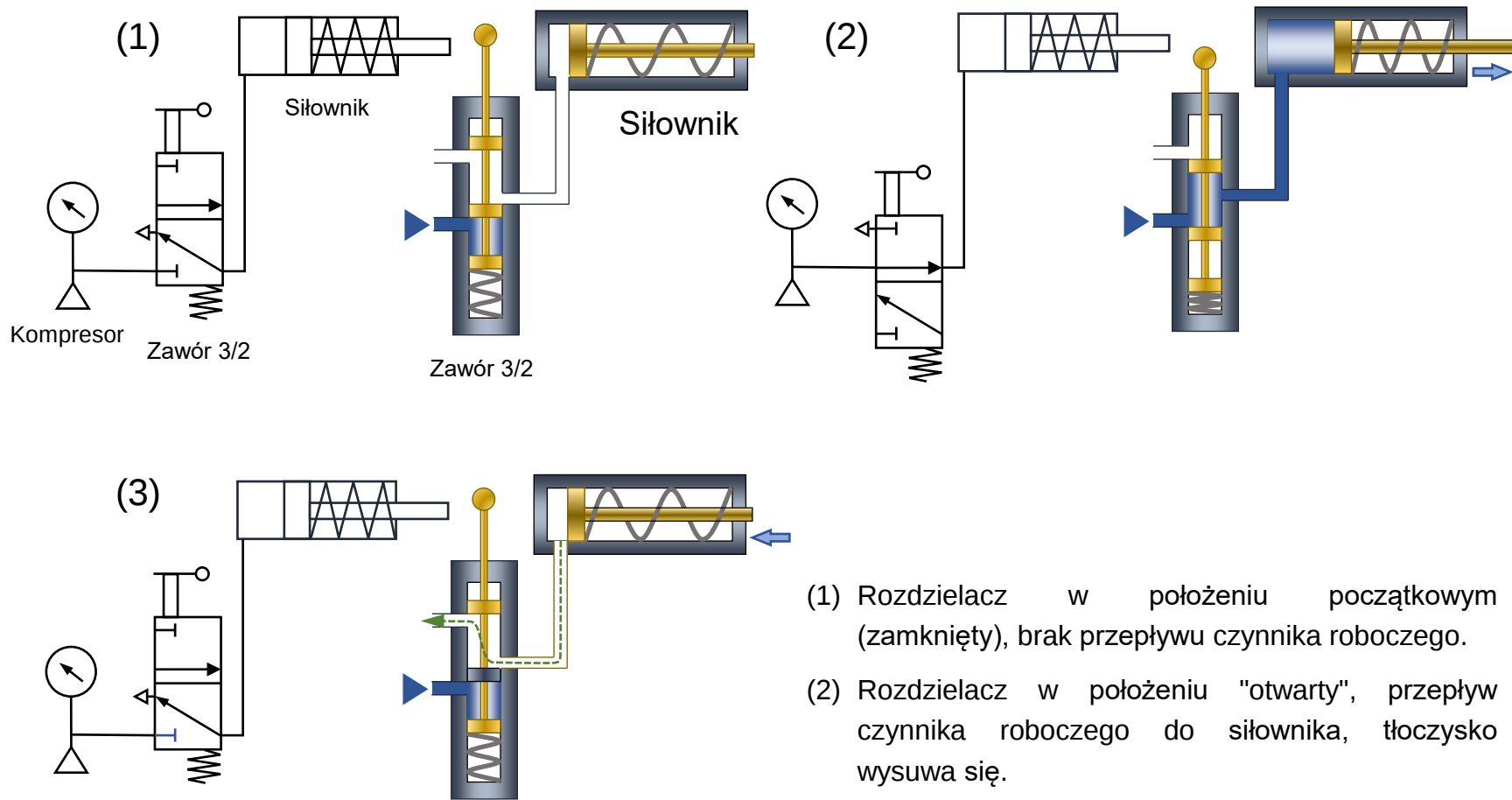
- 1 – przyłącze zasilania (ciśnieniowe)
- 3, 5 – przyłącza odpływowe (odpowietrzenie)
- 2, 4 – przyłącza robocze

Zawór rozdzielający 5/3

(pięcioprodrogowy, trzypołożeniowy)

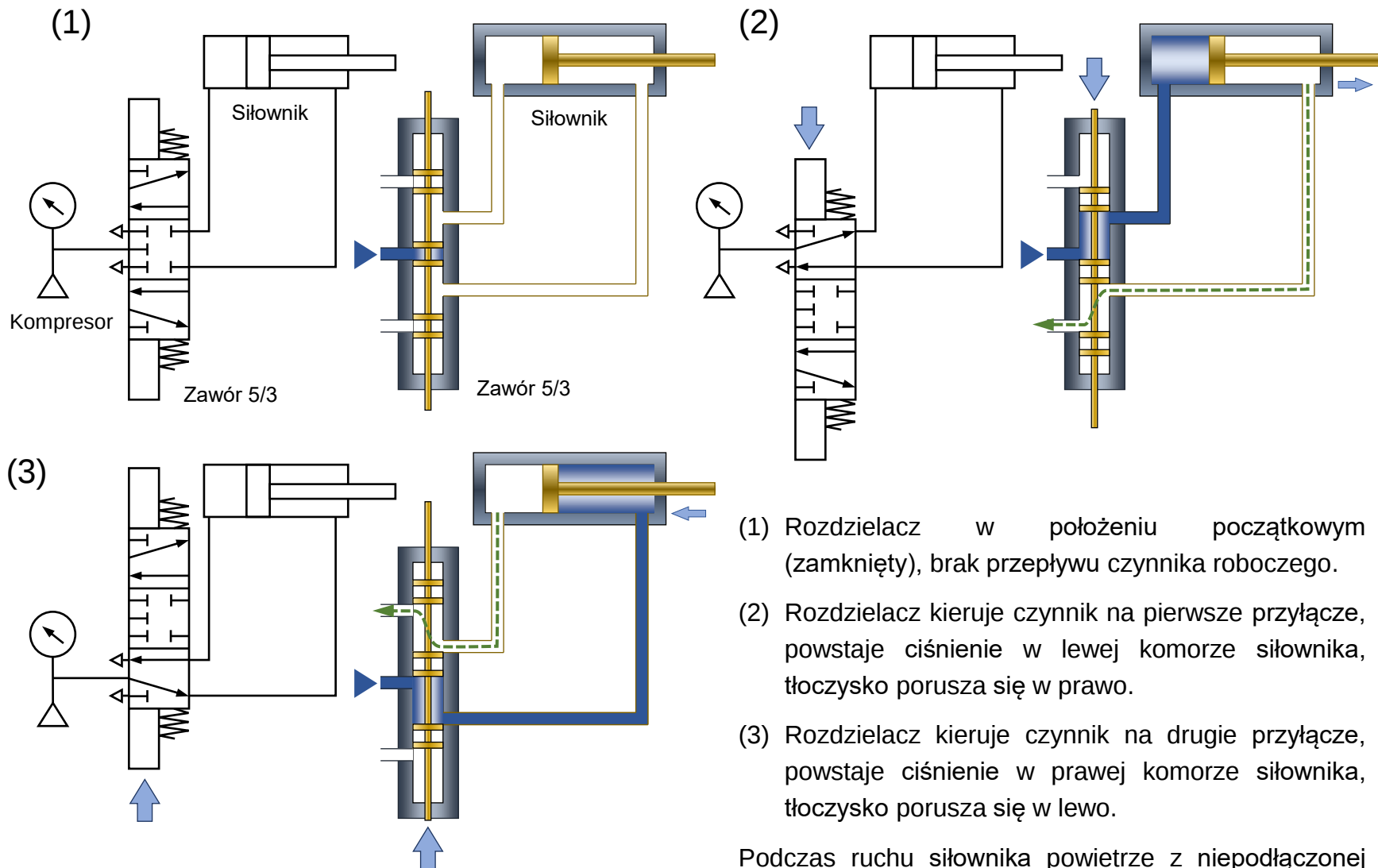


Sterowanie siłownikiem jednostronnego działania



- (1) Rozdzielacz w położeniu początkowym (zamknięty), brak przepływu czynnika roboczego.
- (2) Rozdzielacz w położeniu "otwarty", przepływ czynnika roboczego do siłownika, tłoczek wysuwa się.
- (3) Rozdzielacz w położeniu "zamknięty", komora siłownika połączona z odpowietrzeniem, tłoczek wraca do położenia początkowego pod działaniem sprężyny.

Sterowanie siłownikiem dwustronnego działania

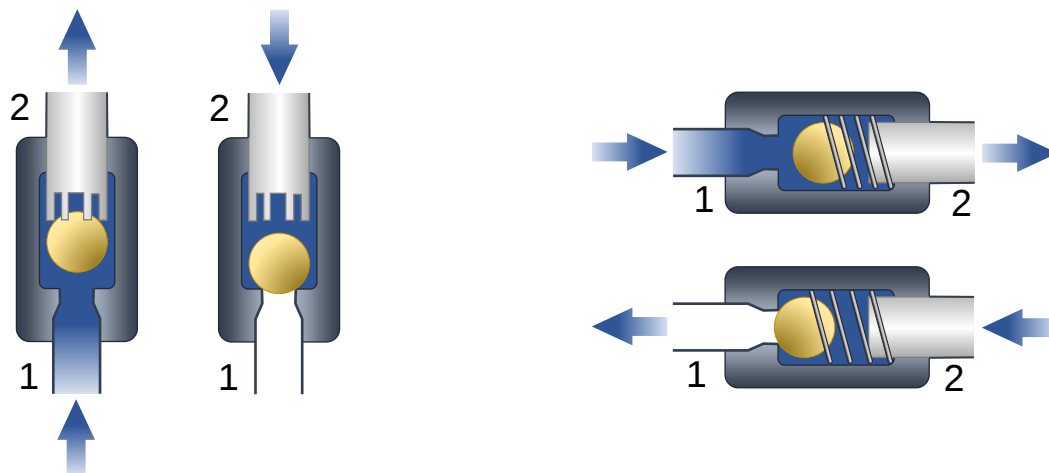


- (1) Rozdzielacz w położeniu początkowym (zamknięty), brak przepływu czynnika roboczego.
- (2) Rozdzielacz kieruje czynnik na pierwsze przyłącze, powstaje ciśnienie w lewej komorze siłownika, tłoczysko porusza się w prawo.
- (3) Rozdzielacz kieruje czynnik na drugie przyłącze, powstaje ciśnienie w prawej komorze siłownika, tłoczysko porusza się w lewo.

Podczas ruchu siłownika powietrze z niepodłączonej komory wypływa przez odpowietrzenie.

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,



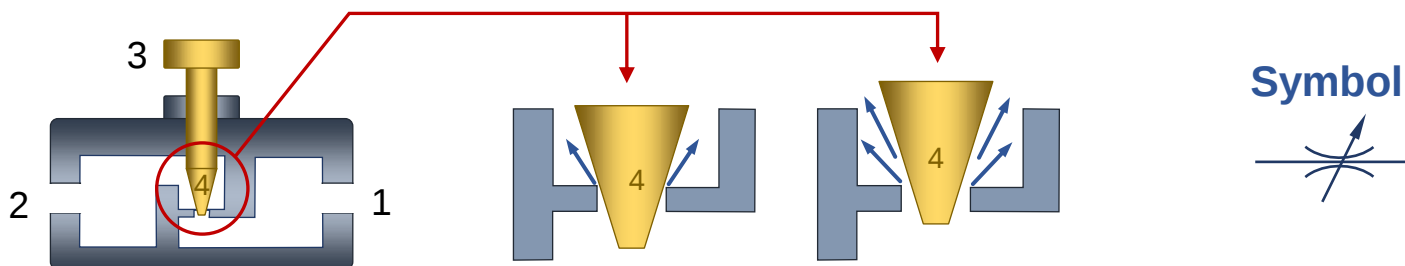
zawór obciążony sprężyną



zawór sterowany.

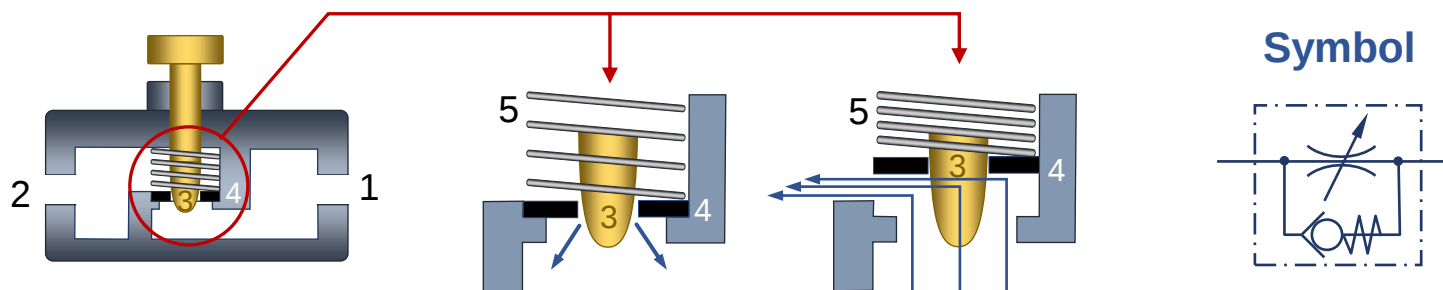
Zawory dławiące i dławiąco zwrotne

Zawór dławiący steruje natężeniem przepływu powietrza



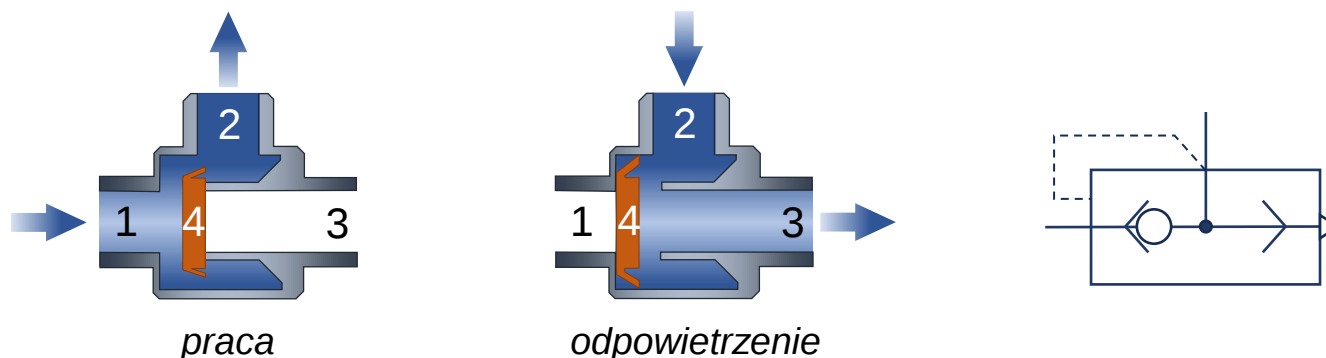
Czynnik roboczy przepływający pomiędzy przyłączami (1) i (2) (kierunek dowolny) przepływa przez szczelinę ustawianą pokrętkiem (3) przesuwającym grzybek (4). Wielkość szczeliny określa ilość czynnika, który może przepłynąć.

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.

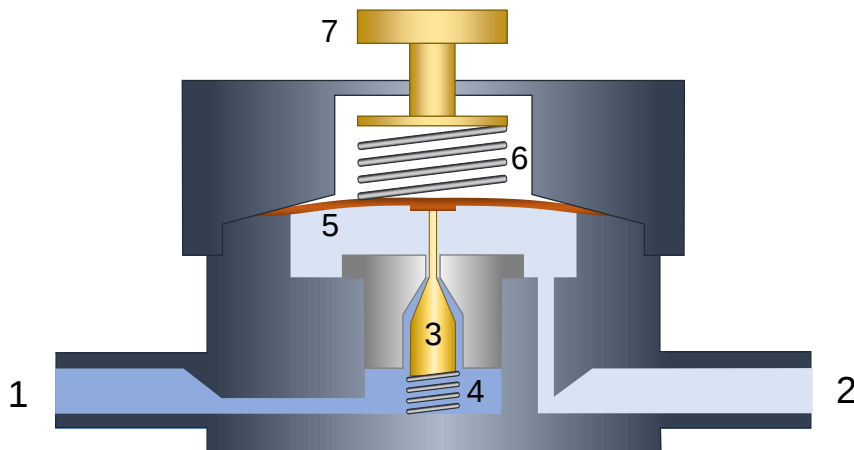


Czynnik roboczy pod ciśnieniem, dostarczany przyłączem (1), dociska uszczelkę (4) do odpływu (3) i przepływa do przyłącza roboczego (2). Gdy ciśnienie na przyłączy (1) spada czynnik roboczy docierający przez przyłącze (2) dociska uszczelkę do przyłącza (1) i otwiera odpływ (3), dzięki czemu może szybko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

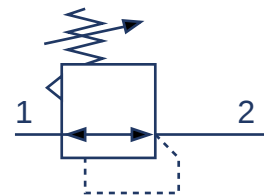
W typowych zastosowaniach przyłącze (2) zaworu jest połączone z przyłączem siłownika, co ułatwia opróżnienie cylindra i szybki powrót tłoka do położenia początkowego.

Zawory redukcyjne

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

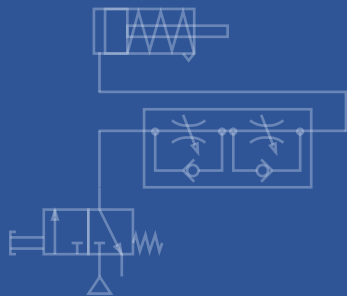


symbol



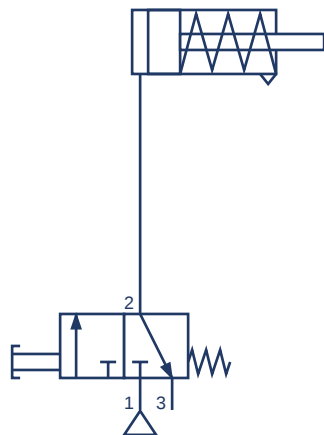
Czynnik roboczy o wysokim ciśnieniu dostarczany jest przyłączem (1) i przepływa przez szczelinę zamykaną zaworem grzybkowym (3) dociskany do gniazda sprężyną (4). Od góry na grzybek (3) działa membrana (5) dociskana sprężyną (6). Siłę docisku sprężyny można regulować pokrętle (7). Bez nacisku sprężyny 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 przyłączy (2).



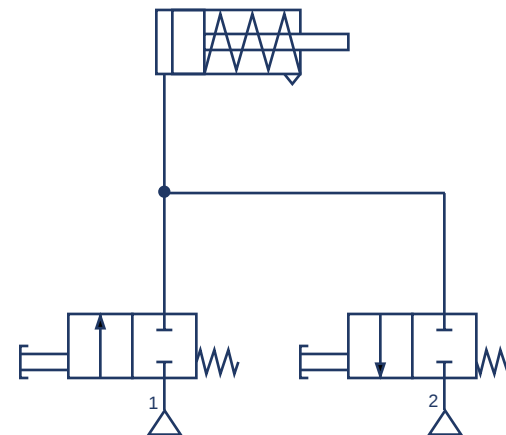
Sterowanie siłownikami pneumatycznymi

Sterowanie bezpośrednie sił. jednostronnego działania



wykorzystanie zaworu rozdzielającego 3/2

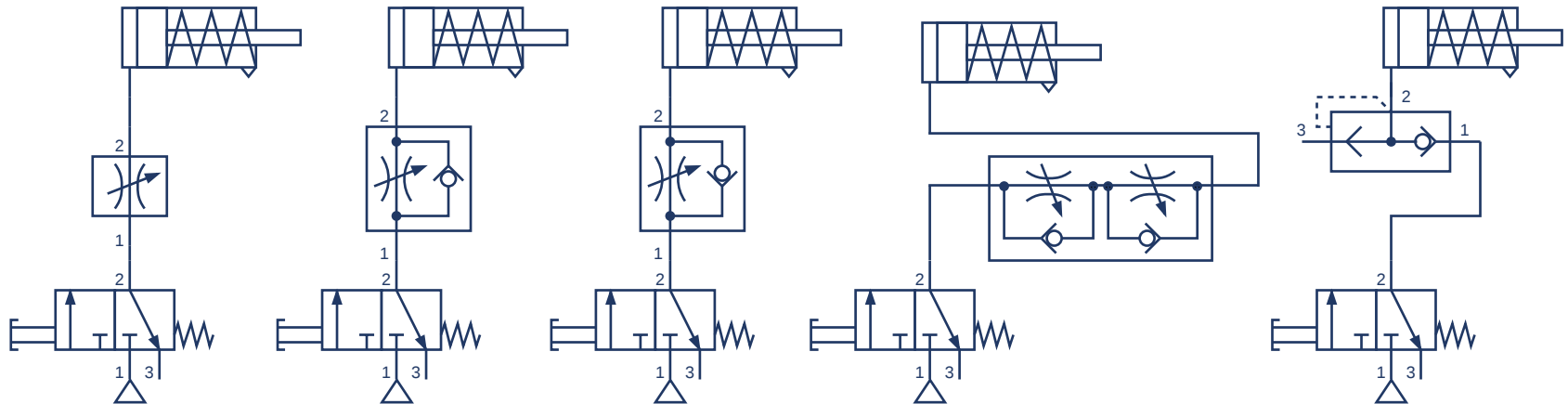
- zawór w położeniu spoczynkowym łączy komorę siłownika z odpowietrzeniem,
- po naciśnięciu przycisku sterującego sprężone powietrze kierowane jest do komory siłownika co powoduje wysuwanie się tłoczyska,
- po zwolnieniu przycisku siłownik jest odpowietrzany a sprężyna wymusza ruch powrotny tłoczyska.



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):

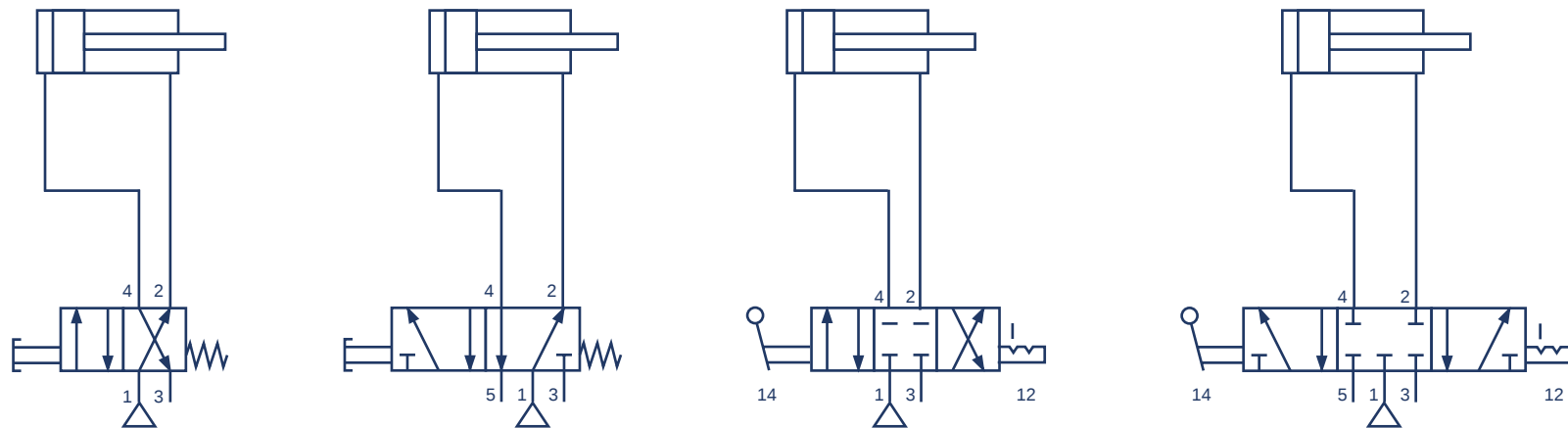
wysuwu i spustu (równe), wysuwu, spustu, wysuwu i spustu (różne), szybki spust

Prędkość ruchu tłoczyska może być regulowana przy pomocy:

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

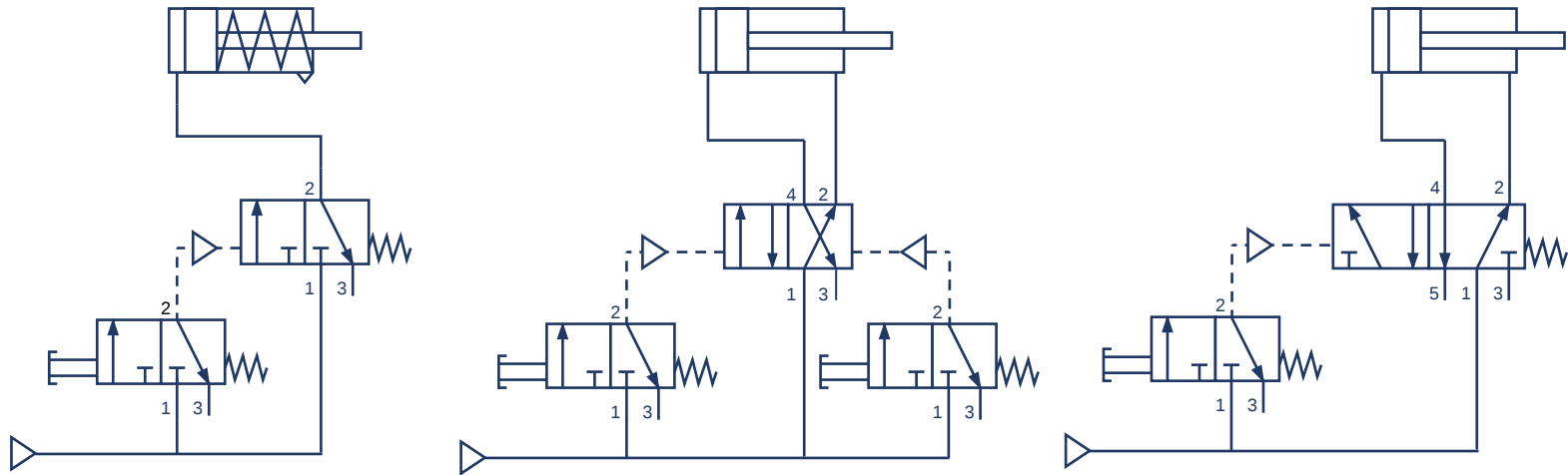
umieszczanych pomiędzy zaworem rozdzielającym a siłownikiem.

Sterowanie bezpośrednie sił. dwustronnego działania



- sterowanie siłownikiem dwustronnego działania może być 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 a 5/2 ma 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.



Stykowe elementy przełączające

Stykowe elementy przełączające

Łącznik elektryczny

aparat (przyrząd) elektryczny przeznaczony do włączania lub wyłączania prądu w jednym lub kilku obwodach elektrycznych.

Styk

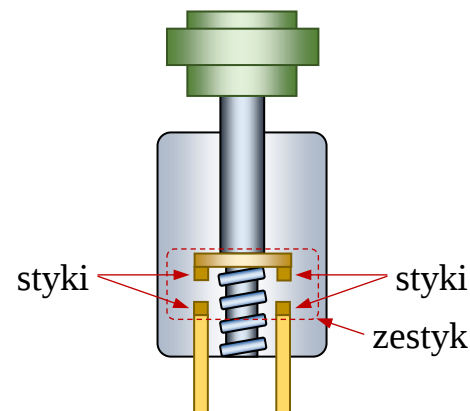
element obwodu elektrycznego, który po zetknięciu z drugim elementem tego samego typu umożliwia przepływ prądu elektrycznego.

Zestyk

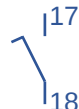
połączenie torów prądowych w urządzeniach elektrycznych;
zespół co najmniej dwóch styków współpracujących w jednym urządzeniu.

Elementy stykowych układów sterowania

- łączniki o napędzie ręcznym (np. przyciski sterownicze) lub mechanicznym (np. wyłączniki krańcowe)
- przekaźniki i styczniki
- czujniki



Rodzaje i symbole zestyków

Symbol wg PN-EN 60617	Typ	Opis
	NO – normal open NO – normalnie otwarty	zestyk zwierny, uruchomienie napędu zwierny styki i pojawia się przejście pomiędzy przyłączeni 13 i 14
	NC – normal close NZ – normalnie zamknięty	zestyk rozwierny, uruchomienie napędu rozwierny styki i nie ma przejścia pomiędzy przyłączami 11 i 12
	NCNO (c/o) – close/open przełączający z przerwą	zestyk przełączający, uruchomienie napędu przełącza przejście z 11,12 na 11,14
	NO wyprzedzający	zestyk zwierny z wyprzedzeniem w stosunku do zwykłych zestyków podłączonych do tego samego napędu
	NO opóźniający	zestyk zwierny z opóźnieniem w stosunku do zwykłych zestyków podłączonych do tego samego napędu

Zasady numeracji: dziesiątki określają kolejny numer zestyku, jednostki określają typ zestyku, numery nieparzyste odpowiadają stronie zasilania, parzyste stronie obciążenia.



Łączniki o napędzie ręcznym

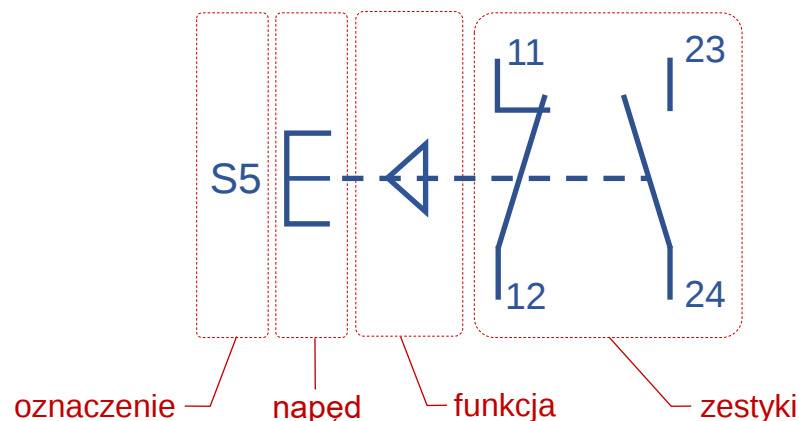
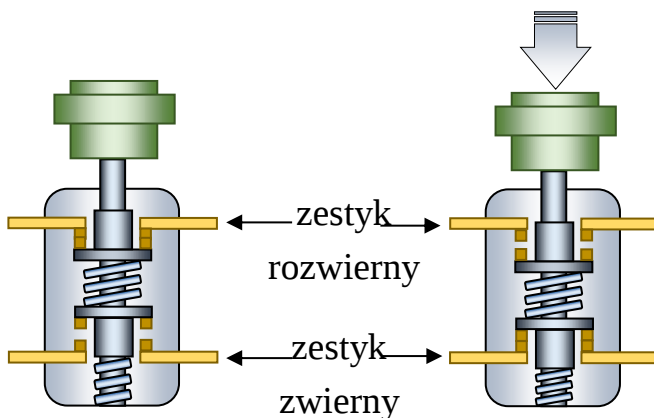
Łączniki o napędzie ręcznym

Przyciski (łączniki przyciskowe) to najprostsze elementy stykowe, w których połączenie lub rozłączenie odbywa się dzięki ruchomym elementom przemieszczanym ręcznie.

Symbol elektryczny przycisku

Oznaczenie (S) (symbol + opcjonalny opis działania)	Rodzaj napędu	Dodatkowe funkcje	Dostępne zestyki
--	---------------	-------------------	------------------

Przykład. Przycisk z napędem ręcznym, wciskany, z automatycznym powrotem, jeden zestykiem rozwierny i jednym zwierny.



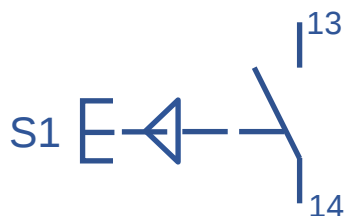
Napędy mechaniczne

Symbol wg PN-EN 60617	Typ	Opis
	symbol ogólny	dowolny napęd uruchamiany ręcznie (przycisk, przełącznik, dźwignia, itp.)
	wciskany	łącznik uruchamiany przez wciśnięcie
	odciągany	łącznik uruchamiany przez odciągnięcie
	przekręcany	łącznik uruchamiany przez przekręcenie
	kluczyk	łącznik uruchamiany kluczykiem (stacyjka)
	dźwignia	łącznik uruchamiany dźwignią
	przycisk bezpieczeństwa	grzybek bezpieczeństwa, ręczny wciskany
	nożny (pedał)	napęd nożny, pedał

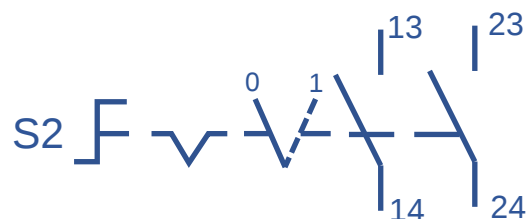
Dodatkowe funkcje łączników

Symbol wg PN-EN 60617	Typ	Opis
-----	bez dodatkowej funkcji	bezpośrednie przeniesienie działania napędu
— √ —	bez samopowrotu	po uruchomieniu napędu urządzenie pozostaje w uruchomionej pozycji aż do ponownej akcji (np. łącznik bistabilny)
— ◀ —	automatyczny powrót	po uruchomieniu napędu urządzenie wraca do stanu powrotnego (np. łącznik monostabilny)
— ▴ —	ryglowanie (zatrzaśnięcie)	po uruchomieniu napędu następuje zatrzaśnięcie aż do odryglowania
— √ —	przełącznik wielopozycyjny	przełącznik z kilkoma pozycjami (określone przez liczbę linii), pozycje mogą być opisane

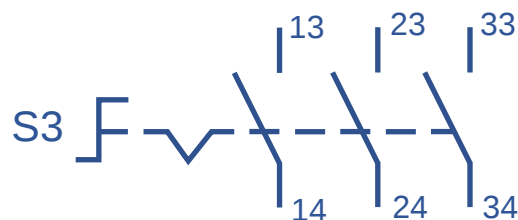
Łączniki o napędzie ręcznym – przykłady



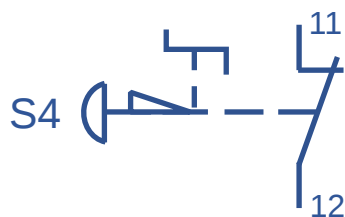
Wciskany chwilowy (z samopowrotem)
ze stykiem zwiernym (NO)



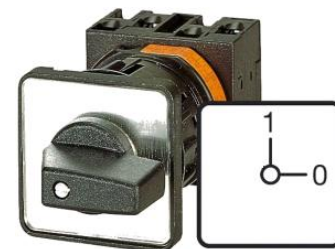
Przekręcany z podtrzymaniem
(bez samopowrotu) ze stykami
zwiernymi (NO)



Przekręcany z podtrzymaniem
(bez samopowrotu) z trzema polami
styków zwiernych (NO)



Przycisk bezpieczeństwa, wciskany
i ryglowany, odryglowany przez prze-
kręcenie z zestykiem rozzwiernym (NC)



Przekaźniki

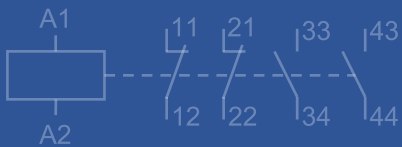
elementy stykowe, w których przełączenie zestyków następuje w wyniku reakcji na zmianę pewnej wielkości fizycznej.

Typy przekaźników

- elektromagnetyczny – przełącza zestyki mechanicznie wykorzystując pole elektromagnetyczne wytworzone w cewce,
- kontaktronowy – przełącza zestyki wykorzystując pole magnetyczne indukowane w ferromagnetycznych stykach,
- półprzewodnikowy SSR (*Solid State Relay*) – układ elektroniczny, bez części ruchomych, elementami przełączającymi są tyrystory, triaki lub tranzystory.

Funkcje przekaźników w układzie sterowania

- separacja galwaniczna – oddzielenie obwodu sterowania i obwodu wykonawczego dużej mocy (ochrona sterownika przed przepięciami, błędami łączenia, zwarciami),
- przełączanie obciążeń dużej mocy – sygnał sterujący o natężeniu kilkunastu mili amperów przełącza obwód wykonawczy wymagający kilkunastu amperów,
- jednoczesne sterowanie odbiornikami zasilanymi różnym napięciem.

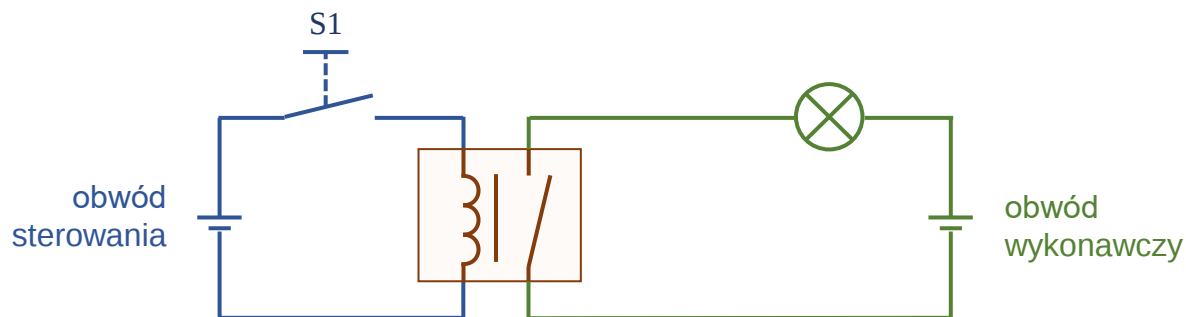
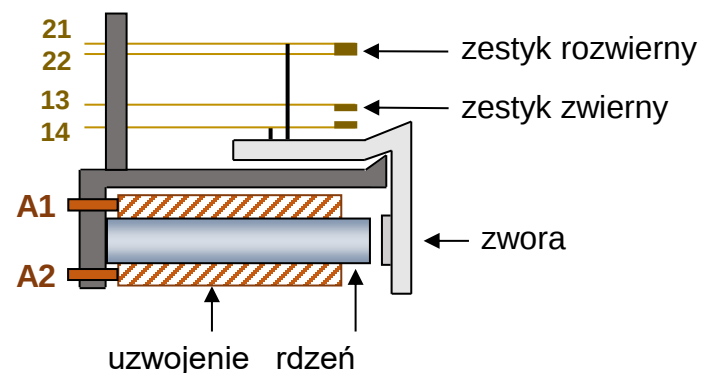
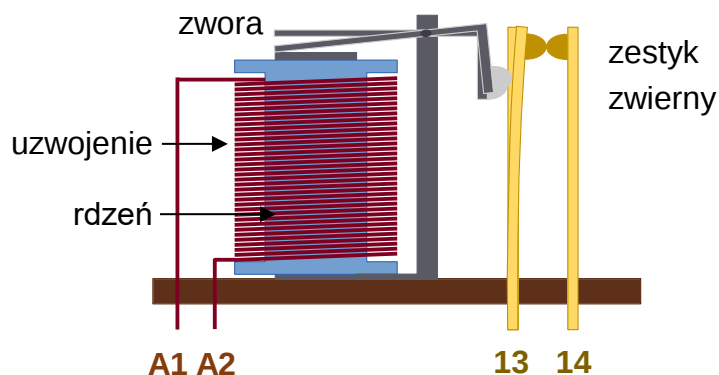


Przełączniki i styczniki

Przełączniki elektromagnetyczne

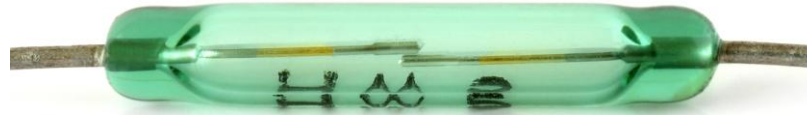
Przełączniki elektromagnetyczne

elementy stykowe, w których połączenie lub rozłączenie odbywa się pod wpływem pola elektromagnetycznego. Prąd płynący w zwojnicy wywołuje pole magnetyczne, które przyciąga zworę (kotwicę) przełączającą odpowiedni zestaw lub ich zestaw.



Kontaktrony

łączniki elektryczne zbudowane z hermetycznej komory (próżniowej lub wypełnionej gazem obojętnym), w której umieszczone są styki z materiału ferromagnetycznego. Po przyłożeniu zewnętrznego pola magnetycznego w stykach indukowane jest pole magnetyczne w wyniku czego przyciągają się i zamykają obwód.



Rodzaje kontaktronów

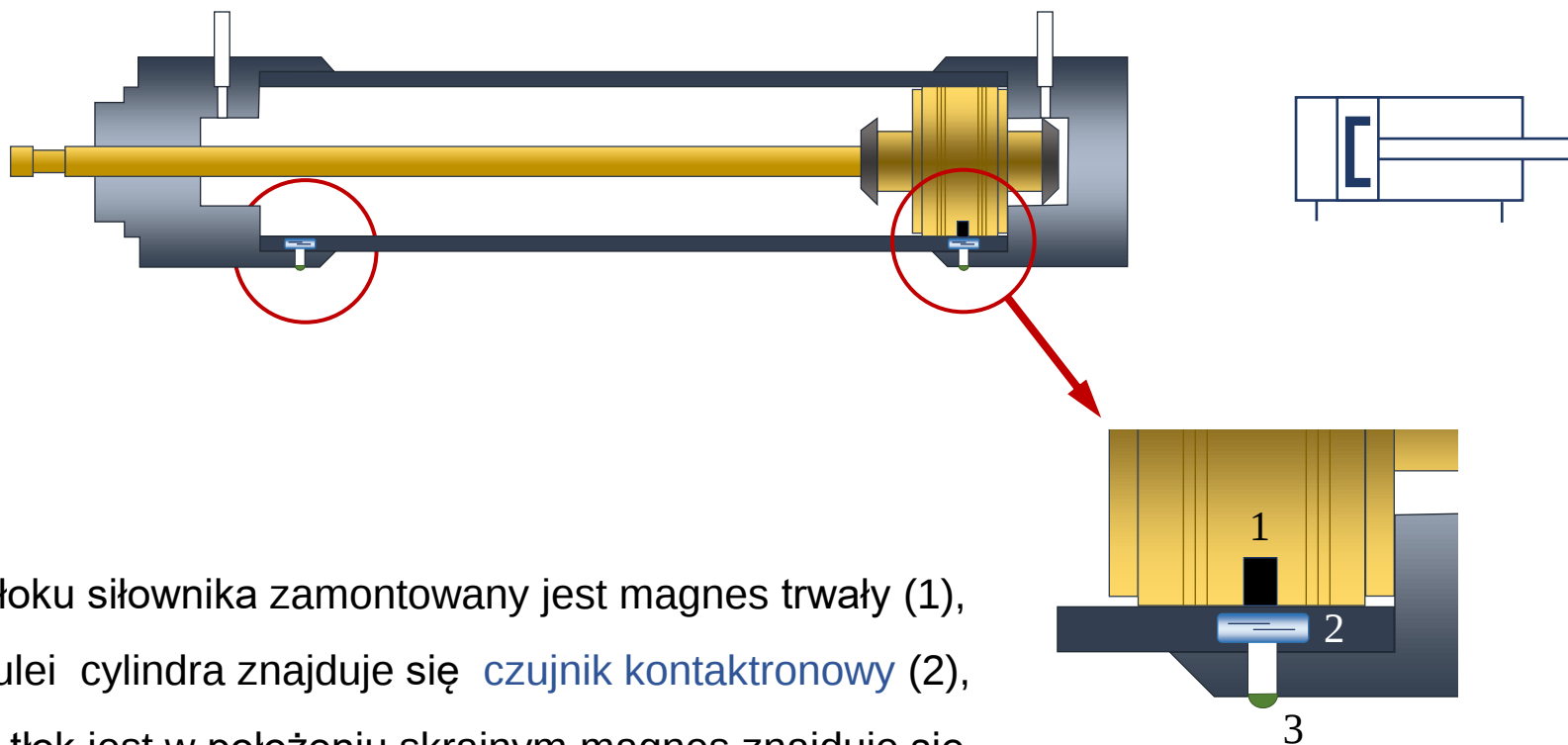
- nieremanencyjne – wymagają obecności pola magnetycznego do podtrzymania jednego ze stanów (najczęściej spotykane),
- remanencyjne – zmieniają stan pod wpływem krótkiego impulsu pola o polaryzacji odwrotnej niż w poprzednim cyklu, do podtrzymania stanu nie jest potrzebna energia.

Zastosowanie kontaktronów

- czujniki – reagują na obecność magnesu trwałego (np. czujnik otwarcia drzwi),
- przekaźniki – przełączają zestyk pod wpływem pola elektromagnetycznego.

Sygnalizacja położenia tłoka

Bezdotykowa sygnalizacja położenia krańcowych

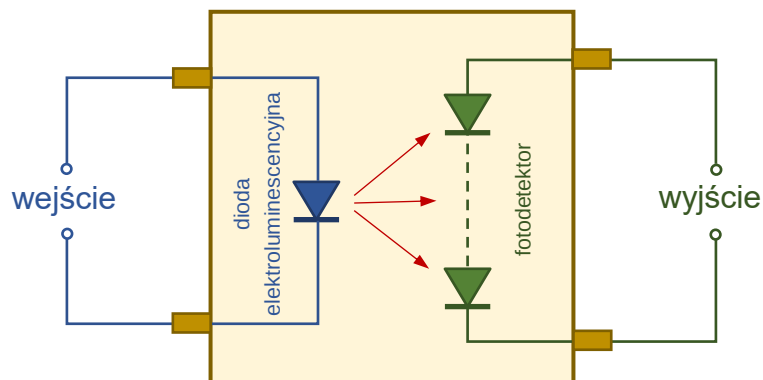


Na tłoku siłownika zamontowany jest magnes trwały (1), na tulei cylindra znajduje się **czujnik kontaktronowy** (2), Gdy tłok jest w położeniu skrajnym magnes znajduje się nad kontaktronem i powoduje zwarcie zestyków. Sygnał z czujnika może być wyprowadzony na zewnątrz i rejestrowany przez układy sterowania, dodatkowo położenie może być sygnalizowane diodą (3).

Przekaźniki SSR

Przekaźniki półprzewodnikowe SSR

urządzenia elektroniczne, do oddzielenia obwodu wejściowego od wyjściowego wykorzystują transoptory, nie posiadają części ruchomych, elementami przełączającymi są tyrystory, triaki lub tranzystory.



Zalety przekaźników SSR: brak części ruchomych, duża trwałość, duża szybkość działania i wysoka częstotliwość pracy, odporność na wstrząsy, brak zakłóceń elektromagnetycznych, mała moc potrzebna doysterowania.

Wady przekaźników SSR: duża rezystancja w stanie załączenia (wydzielanie ciepła), spadek napięcia na złączu (1-1.6V), wrażliwość na przepięcia.

Symbole cewek przekaźników

Symbol wg PN-EN 60617	Typ	Opis
	symbol ogólny	ogólny symbol cewki
	prąd zmienny	cewka zasilana prądem zmiennym
	opóźnione zwolnienie	przełącznik z konfigurowalną zwłoką na zwolnienie (wyłączenie) zestyków
	opóźnione wzbudzenie	przełącznik z konfigurowalną zwłoką na wzbudzenie (włączenie) zestyków
	opóźnione zwolnienie i wzbudzenie	przełącznik z konfigurowalną zwłoką na wzbudzenie i zwolnienie zestyków
	przyspieszenie	przełącznik z przyspieszeniem przy wzbudzeniu i zwalnianiu zestyków
	przełącznik remanencyjny	przełącznik przełącza zestyki pod wpływem impulsów pola, nie wymaga energii do podtrzymania stanu
	blokada mechaniczna	przełącznik bistabilny z blokadą mechaniczną, kolejne impulsy uruchamiają i zwalniają blokadę

Symbole przekładników

Symbol elektryczny przekładnika

Oznaczenie (K) (symbol + opcjonalny opis działania)	Cewka	Zestyki
---	-------	---------

Oznaczenia zacisków cewki

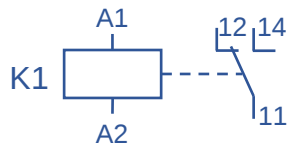
- A1 – biegun dodatni (napięcie stałe), przewód fazowy (napięcie przemienne),
- A2 – biegun ujemny, przewód neutralny.

Najczęściej stosowane zestyki: NO, NC, NCNO (c/o)

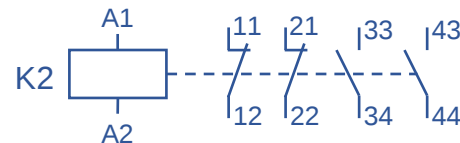
Przekładniki jednopolowe – pojedyncze pole zestyków, zazwyczaj NCNO (c/o)

Przekładniki wielopolowe – kilka pól zestyków, kolejne zestyki mogą być różnego typu.

Uwaga: przekładnik wielopolowy przełącza wszystkie zestyki jednocześnie.



Przekładnik jednopolowy NCNO



Przekładnik czteropolowy (2xNC, 2xNO)

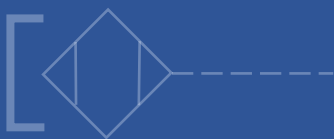
Styczniki

łączniki elektromagnetyczne o zasadzie działania podobnej do przekaźników elektromagnetycznych, ale przeznaczone do przełączania układów silnoprądowych. Czas przełączenia stycznika jest dłuższy niż przekaźnika, duże prądy rozruchowe cewki stycznika mogą wymagać zastosowania elementu pośredniczącego.

Typy zestyków

- zestyki główne (robocze) – zestyki umieszczone w głównych torach prądowych, służą do uruchomienia odbiornika, zazwyczaj 3xNO (zasilanie 3-fazowe) oznaczenia: 1L1-2T1, 3L2-4T2, 5L3-6T3 (numery nieparzyste od strony zasilania),
- zestyki pomocnicze (dodatkowe) – używane do przekazania informacji o stanie odbiornika lub sterowania stycznikiem, oznaczenia jak w przekaźnikach

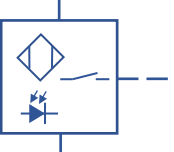




Czujniki i napędy sensoryczne

Czujniki i napędy sensoryczne

Czujnik (sensor) – element układu, którego zadaniem jest wychwytywanie sygnałów z otaczającego środowiska.

Symbol	Nazwa	Opis
	napęd zbliżeniowy	ogólny symbol napędów zbliżeniowych (np. czujniki optyczne dźwiękowe, indukcyjne, magnetyczne, itp.)
	napęd dotykowy	napęd uruchamiany dotykiem (np. czujnik pojemnościowy)
	napęd magnetyczny	napęd uruchamiany polem magnetycznym (np. kontaktron)
	napęd uruchamiany energią lub zjawiskiem	ogólny symbol napędu uruchamianego energią lub zjawiskiem (np. ciśnienie, temperatura, nacisk)
	presostat, przełącznik ciśnieniowy	napęd uruchamiany ciśnieniem
	czujnik fotoelektryczny	czujnik reagujący na zmianę rejestrowanego strumienia światła

Schematy elektryczne

Schematy elektryczne

Schemat elektryczny to rysunek techniczny, który za pomocą znormalizowanych symboli przedstawia połączenia elementów funkcjonalnych układu elektrycznego.

Połączenia na schematach elektrycznych

Symbol	Nazwa	Opis
	przewód	linia zasilania lub połączenie pomiędzy elementami
	połączenie przewodów	stałe połączenie kilku przewodów (rozgałęzienie)
	złączka lub zacisk	połączenie rozłączane, np. połączenie przewodu i łącznika
	listwa zaciskowa	grupa złączek zamontowanych na szynie

Podstawowe zasady rysowania schematów elektrycznych

- obwody sterowania i prądowy są rysowane oddzielnie w stanie beznapięciowym,
- gałęzie obwodu sterowania rysowane są prostopadle pomiędzy przewodami zasilania,
- wszystkie części należące do tego samego elementu mają identyczne nazwy,
- nazwy elementów umieszcza się z lewej, a numery z prawej strony elementu,
- elementy są umieszczane w miejscach podłączenia i nie muszą stanowić całości.