Elementy i układy sterowania pneumatycznego

PAiR

Wprowadzenie…

Pneumatyka - dziedzina nauki i techniki zajmująca się prawami rządzącymi przepływem sprężonego powietrza; w powszechnym rozumieniu także technika napędu i sterowania pneumatycznego.

PAiR

Zastosowanie sprężonego powietrza w urządzeniach pneumatycznych do napędu i sterowania mechanizmami maszyn i urządzeń określa się najczęściej dwoma pojęciami, których rozróżnienie wynika z faktu iż czynnik roboczy może być nośnikiem energii oraz informacji:

- *Napęd pneumatyczny*

- *Sterowanie pneumatyczne*

Podstawowe pojęcia (PN-91/M-73001)

Przepływ - ruch płynu (gazu lub cieczy) wywołany różnicą ciśnień.

Napęd pneumatyczny- technika wprawiania w ruch mechanizmów maszyn i urządzeń z wykorzystaniem energii sprężonego powietrza lub innego gazu.

PAIR

Sterowanie pneumatyczne - technika oddziaływania w określony sposób na parametry układu za pomocą sprężonego powietrza jako nośnika informacji; w ujęciu szczegółowym sterowanie ciśnieniem (jako rodzaj sterowania), w którym stosuje się powietrze w przewodzie sterowania.

Napęd i sterowanie pneumatyczne - napęd i sterowanie, w którym przekazywanie i sterowanie energii odbywa się za pośrednictwem powietrza pod ciśnieniem (lub innego gazu) jako jej nośnika.

Układ pneumatyczny - zbiór wzajemnie połączonych elementów pneumatycznych przeznaczonych do przekazywania i sterowania energii za pośrednictwem gazu pod ciśnieniem jako jej nośnika w obwodzie zamkniętym.

PAiR

Zespół pneumatyczny - zbiór wzajemnie połączonych elementów pneumatycznych przeznaczonych do wypełniania określonych funkcji.

- **Natężenie przepływu** - objętość lub masa płynu przepływającego przez rozpatrywany przekrój poprzeczny drogi przepływu w jednostce czasu; natężenie przepływu sprężonego powietrza należy odnosić do warunków znormalizowanej atmosfery odniesienia.

- **Atmosfera odniesienia** - warunki określone za pomocą parametrów stosowane do przedstawiania wyników badań i charakterystyk elementów pneumatyki, w celu zapewnienia ich porównywalności. Parametry znormalizowanej atmosfery odniesienia to: temperatura 20°C, wilgotność względna 65%, ciśnienie 100 kPa.

PAiR

- **Symbol graficzny** - umowny abstrakcyjny rysunek przedstawiający cechy funkcjonalne elementu lub zespołu zgodnie z normą lub przepisami.

- **Symbole graficzne elementów pneumatycznych** - symbole graficzne elementów pneumatycznych oraz wyposażenia dodatkowego stosowane w napędach i sterowaniach pneumatycznych.

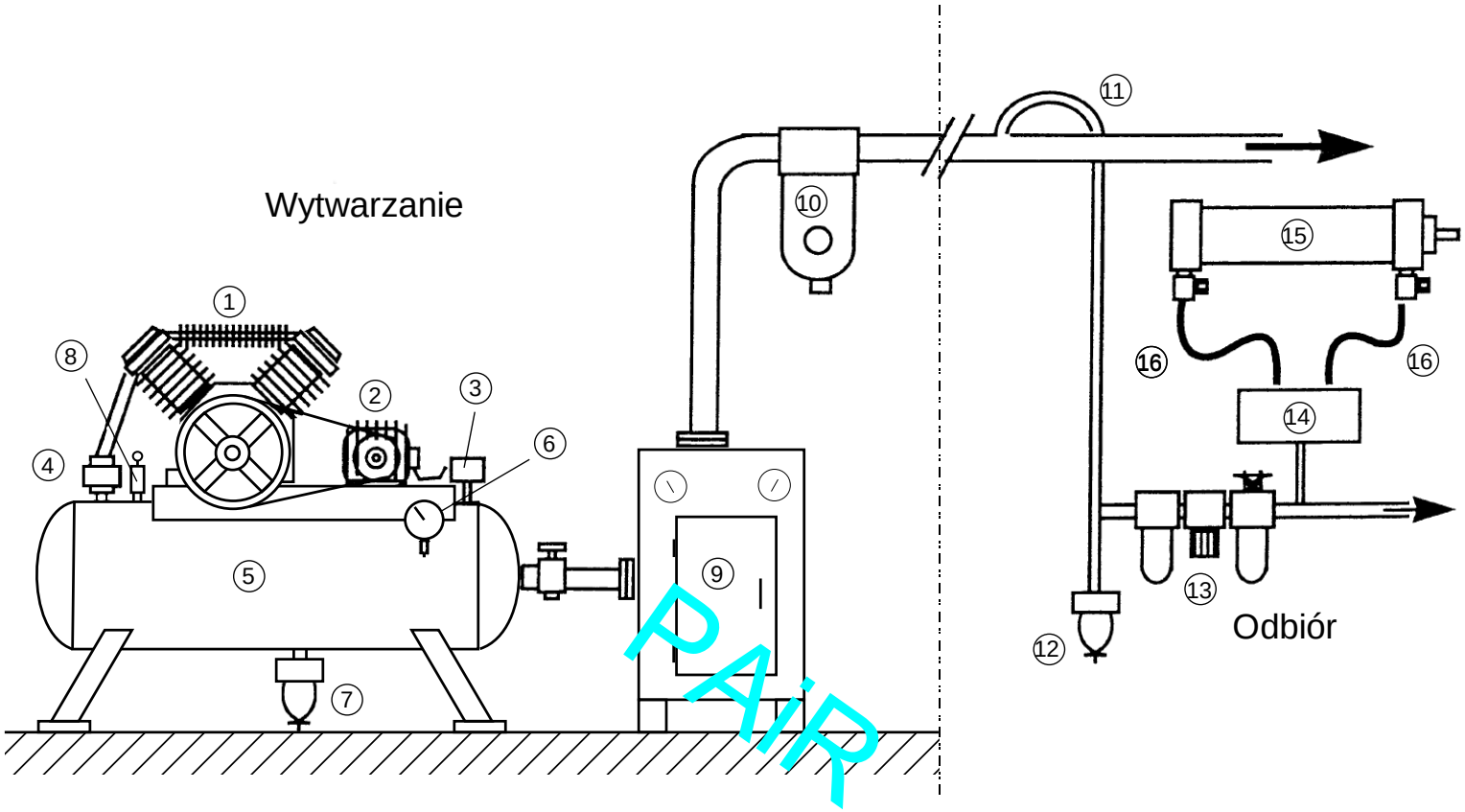
Nośnikiem energii w napędzie pneumatycznym jest najczęściej sprężone powietrze, nazywane także czynnikiem roboczym lub obiegowym.

Wytwarzane jest wytwarzane w pojedynczych sprężarkach lub kilku połączonych – zwanych stacjami.

Przenoszenie sprężonego powietrza - do około 1000 m (ograniczenie ze względu na spadki ciśnienia).

Magazynowanie – zbiorniki ruchome lub stałe. Duże objętości.

PAiR



Schemat układu pneumatycznego: 1. sprężarka, 2. silnik elektryczny, 3. przekaźnik ciśnienia, 4. zawór zwrotny, 5. zbiornik sprężonego powietrza, 6. manometr, 7. spust kondensatu, 8. zawór bezpieczeństwa, 9. osuszacz powietrza, 10. filtr, 11. odgałęzienie, 12. spust kondensatu, 13. zestaw przygotowania sprężonego powietrza, 14. zawór sterujący kierunkiem przepływu, 15. napęd pneumatyczny (odbiornik), 16. zawory dławiące

Sprężone powietrze jest wytwarzane jest przez pojedyncze sprężarki lub, w przypadku większego zapotrzebowania na sprężone powietrze, przez stacje sprężarek.

Sprężarki to urządzenia przetwarzające energię mechaniczną silnika elektrycznego na energię sprężonego powietrza.

Parametrem odróżniającym sprężarki od dmuchaw jest tzw. spręż którego wartość dla tych maszyn jest większa od 3

PAIR

Sprężarki można podzielić, ze względu na zasadę działania :

• objętościowe (wyporowe) – do tej grupy można zaliczyć sprężarki: z napędem liniowym (tłokowe, przeponowe), z napędem obrotowym (łopatkowe, śrubowe, Rootsa).

• przepływowe (turbinowe), które dzieli się na osiowe i promieniowe

W zależności od wymaganego ciśnienia roboczego i wydajności dobiera się odpowiedni rodzaj i typ sprężarki. W praktyce najczęściej stosowane są sprężarki tłokowe, które mogą być jedno- lub wielostopniowe. Wydajność sprężarki jest funkcją chłonności odbiorników sprężonego powietrza.

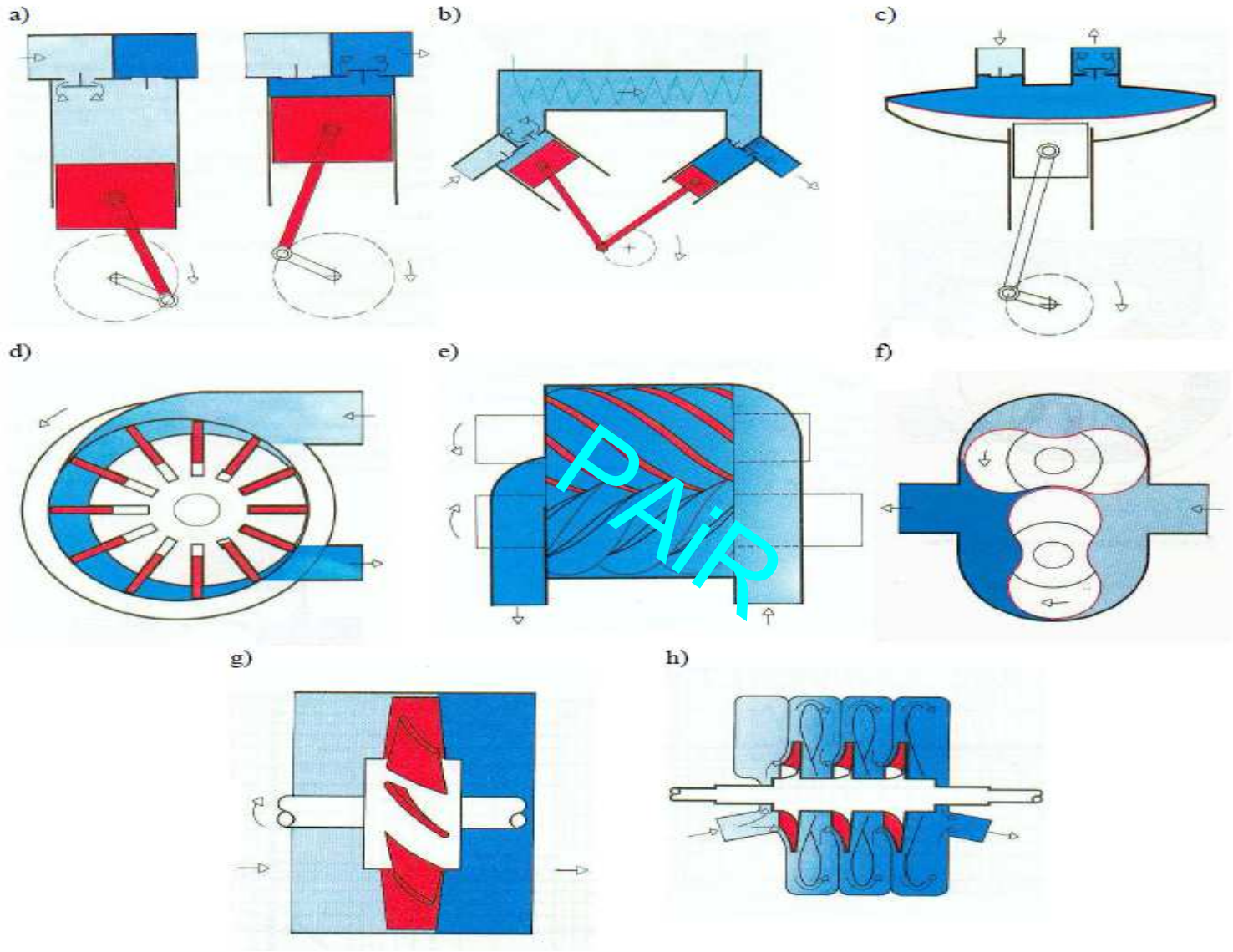
PAiP

W skład układu pneumatycznego gwarantującego poprawną pracę sprężarki wchodzą:

- przekaźnik ciśnienia – steruje pracą sprężarki przez kontrolę ciśnienia w zbiorniku,
- zawór zwrotny – zamyka wypływ powietrza ze zbiornika do sprężarki,
- zawór bezpieczeństwa – zabezpiecza układ przed przekroczeniem maksymalnej ustalonej wartości ciśnienia,
- zbiornik – magazynuje powietrze w celu wyrównania wahania ciśnienia i umożliwia wytrącenie oraz usunięcie kondensatu.

PAiR

W wyniku sprężania powietrze się nagrzewa a po ochłodzeniu w rurociągu wykrapla się woda w postaci kondensatu. Aby zmniejszyć ilość kondensatu za sprężarką instaluje się chłodnice i osuszacze



Odmiany konstrukcyjne sprężarek powietrza: a) tłokowa, b) tłokowa dwustopniowa, c) przeponowa, d) łopatkowa, e) śrubowa, f) Rootsa, g) turbinowa osiowa, h) turbinowa promieniowa

Powszechne zastosowanie **napędów pneumatycznych** wynika między innymi z:

- zalet czynnika roboczego (powietrza)

- zalet urządzeń napędzanych tym czynnikiem

PAiR

Zalety sprężonego powietrza jako nośnika energii :

- jest ogólnodostępne,
- sprężone powietrze jest łatwe do transportu przewodowego na dość znaczne odległości,
- po wykorzystaniu energii zawartej w sprężonym powietrzu nie trzeba go zwracać do sieci i ewentualnie wymieniać,
- powietrze jest bezpieczne i czyste w eksploatacji (nie grozi porażeniem i nie zanieczyszcza otoczenia w razie uszkodzenia instalacji),
- sprężone powietrze jest odporne na wahania temperatury, dlatego gwarantuje niezawodną pracę również w skrajnych temperaturach otoczenia,
- sprężone powietrze (o ciśnieniu roboczym 0,4 ÷ 0,7 MPa) jest bardzo dobrym źródłem energii do wytwarzania sił w granicach do kilkunastu kN,
- powietrze jest bezpieczne i czyste w eksploatacji,

PAiR

Wadą sprężonego powietrza jest jego duża ściśliwość, która bardzo utrudnia uzyskiwanie powolnych i płynnych ruchów mechanizmów pneumatycznych.

Zalety urządzeń pneumatycznych :

- łatwe zabezpieczenie całego układu przed przeciążeniem oraz nastawienie obciążenia szczytowego,
- możliwość ciągłej kontroli obciążeń poszczególnych zespołów maszyn technologicznych,
- łatwą obsługę elementów sterowniczych – do ich obsługi nie potrzeba dużych sił
- możliwość wprowadzenia daleko posuniętej automatyzacji

PAiR

- utrudnione jest ścisłe powiązanie ruchów poszczególnych zespołów maszyn i urządzeń (problemem jest ściśliwość czynnika roboczego)
- zmiany wartości sił zewnętrznych mają wpływ na prędkość przesuwania się napędzanych elementów
- ograniczona jest długość przemieszczeń prostoliniowych

W pneumatycznym układzie napędu i sterowania możemy wyróżnić następujące grupy elementów, określone normą PN-73/M-73020:

elementy wykonawcze (napędowe), w których następuje zmiana doprowadzonej energii sprężonego powietrza na energię mechaniczną; elementy tej grupy, nazywane również odbiornikami pneumatycznymi, obejmują siłowniki i silniki pneumatyczne

elementy sterujące przepływem energii sprężonego powietrza (zawory); elementy te ze względu na przeznaczenie i konstrukcję stanowią bardzo rozbudowaną grupę, do której przykładowo zaliczamy zawory rozdzielające i przetworniki

elementy przygotowania, magazynowania i przesyłania sprężonego powietrza

elementy pomocnicze, do których zaliczamy różnego rodzaju złącza pneumatyczne, płyty montażowe, mierniki np.: ciśnienia, temperatury itp.

PAR

Klasyfikacja pneumatycznych elementów sterujących (zawory)

Zawór jest elementem przeznaczonym do sterowania kierunkiem, ciśnieniem lub natężeniem przepływu płynu w napędach i sterowaniach płynowych (hydraulicznych i pneumatycznych)

<u>Grupa 1: Zawory pneumatyczne sterujące kierunkiem przepływu</u>

- Zawory rozdzielające
- Zawory zwrotne
- Zawory szybkiego spustu
- Zawory - przełączniki obiegu
- Zawory podwójnego sygnału
- Zawory odcinające

PAiR

<u>Grupa 2: Zawory pneumatyczne sterujące ciśnieniem</u>

- Zawory ograniczające ciśnienie (zawory maksymalne, zawory bezpieczeństwa)
- Regulatory ciśnienia (zawory redukcyjne)
- Zawory różnicowe
- Zawory proporcjonalne
- Zawory kolejności działania (zawory sekwencyjne)

<u>Grupa 3: Zawory sterujące natężeniem przepływu</u>

- Zawory dławiące
- Zawory dławiąco - zwrotne
- Zawory dławiące proporcjonalne

Zawory rozdzielające

Podział rozdzielaczy pneumatycznych ze względu ich właściwości funkcjonalne:

- liczbę dróg przepływu (przyłączy),
- przeznaczenie poszczególnych przyłączy,
- liczbę sterowanych położeń,
- schemat połączeń dróg wewnątrz zaworu dla każdego położenia,
- które drogi są odcięte od pozostałych dróg,
- kierunek przepływu pomiędzy określonymi drogami (jeden lub dwa kierunki),
- rodzaj sterowania,
- odmianę sterowania,
- który sygnał lub sygnały przesterowują do określonego położenia,
- sposób zasilania,
- rozwiązanie konstrukcyjne.

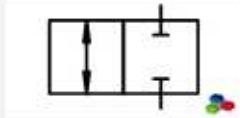
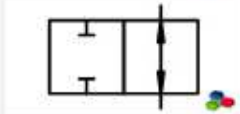
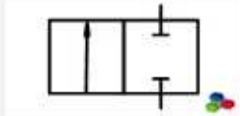
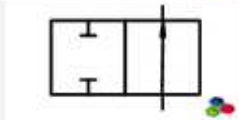
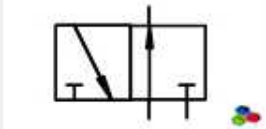
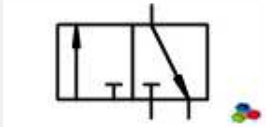
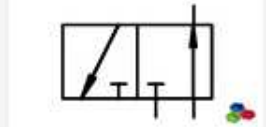
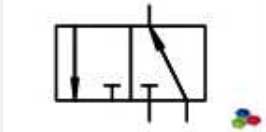
PAIR

Ze względu na rodzaj sterowania rozróżnia się rozdzielacze sterowane:

- siłą ludzkich mięśni (ręcznie lub nożnie),
- mechanicznie,
- elektrycznie,
- ciśnieniem (pneumatycznie),
- w sposób mieszany.

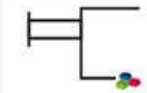
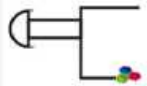
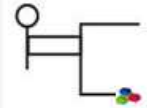
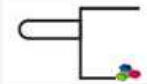
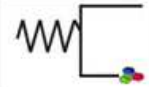
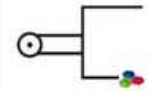
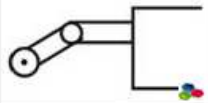
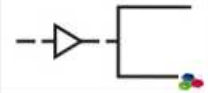
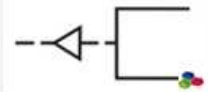
PAiR

Przykłady symboli graficznych

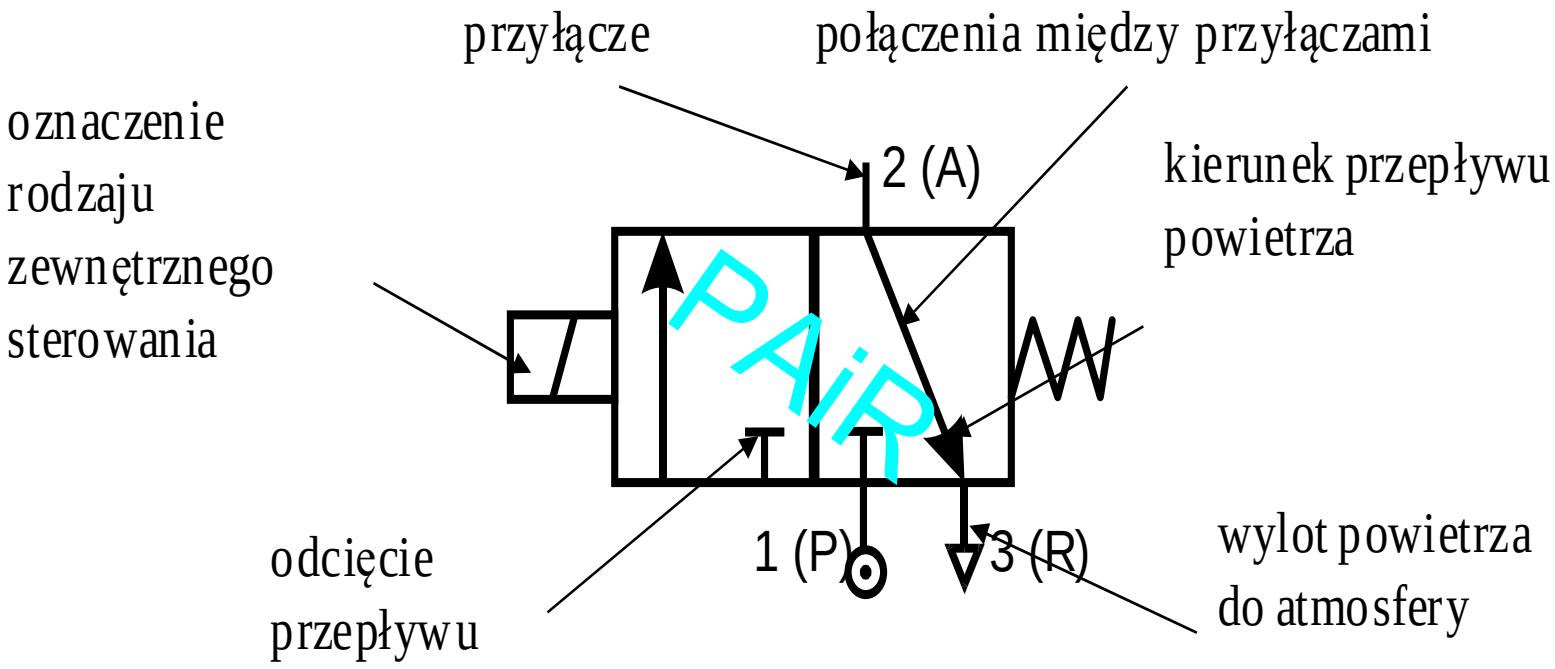
Symbol graficzny	Opis
	Zawór rozdzielający dwukierunkowy 2/2 normalnie zamknięty
	Zawór rozdzielający 2/2 normalnie otwarty
	Zawór rozdzielający jednokierunkowy 2/2 normalnie zamknięty
	Zawór rozdzielający jednokierunkowy 2/2 normalnie otwarty
	Zawór rozdzielający 3/2 normalnie otwarty
	Zawór rozdzielający 3/2 normalnie zamknięty
	Zawór rozdzielający 3/2 normalnie zamknięty
	Zawór rozdzielający 3/2 normalnie otwarty

PAiR

Przykłady najczęściej stosowanych sterowań rozdzielaczy pneumatycznych

Symbol graficzny	Opis
	Sterowanie przyciskiem
	Sterowanie przyciskiem wciskanym
	Sterowanie dźwignią
	Sterowanie pedałem
	Sterowanie mechaniczne - popychacz
	Sterowanie sprężyną
	Sterowanie rolką
	Sterowanie rolką łamaną
	Sterowanie elektrycznie - jedna cewka
	Sterowanie ciśnieniem - przez wzrost ciśnienia
	Sterowanie ciśnieniem - przez spadek ciśnienia

PAiR

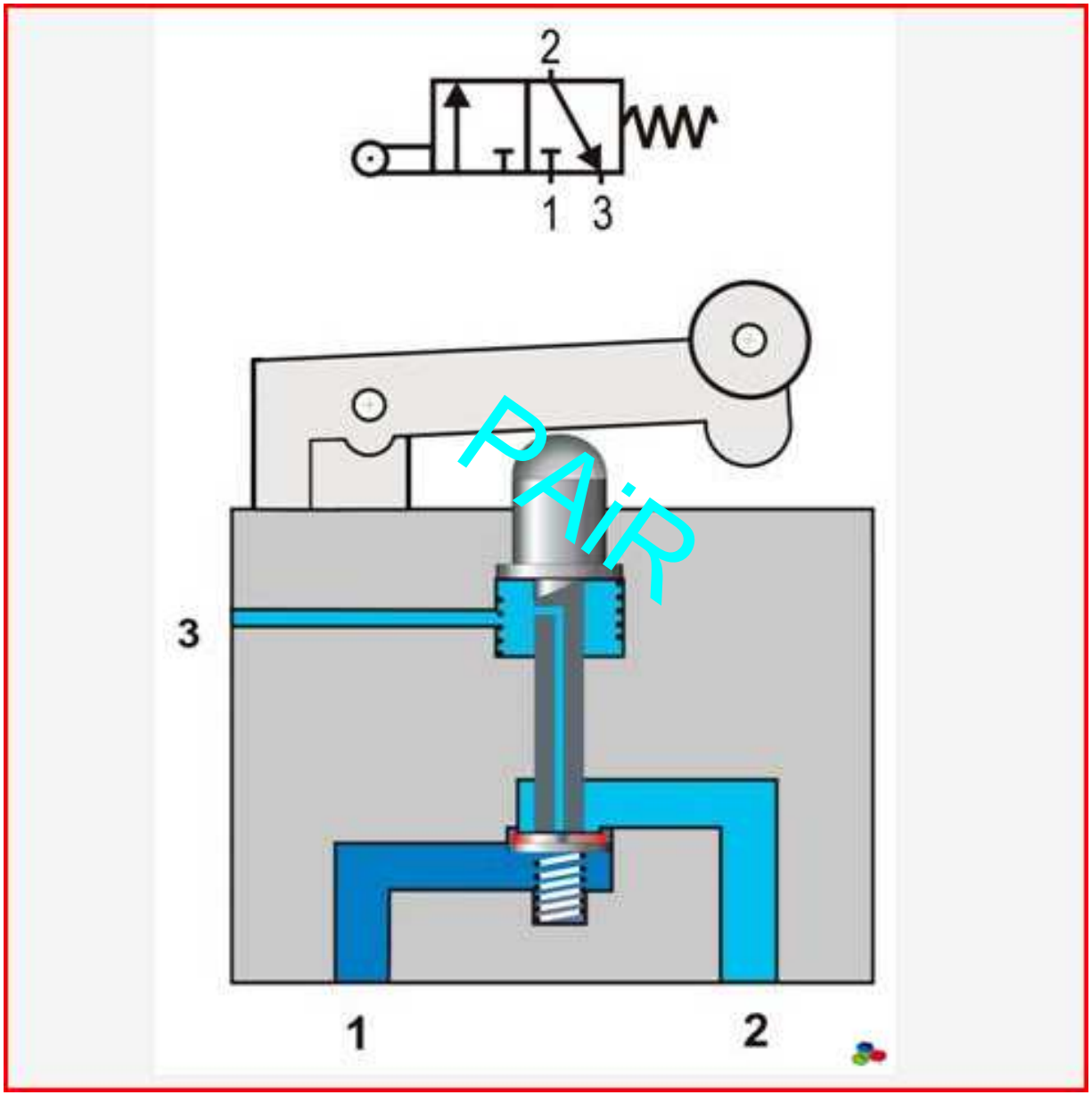

przyłącze
połączenia między przyłączami
oznaczenie rodzaju zewnętrznego sterowania
2 (A)
kierunek przepływu powietrza
PAiR
odcięcie przepływu
1 (P)
3 (R)
wylot powietrza do atmosfery

W celu zabezpieczenia prawidłowego montowania zaworów w układach pneumatycznych poszczególne przyłącza oznacza się dużymi literami lub cyframi w sposób następujący:

PAiR

A, B, C	**przyłącza robocze**	**2, 4, 6**
P	przyłącze zasilające	1
R, S	przyłącze odpowietrzające	3, 5
X, Y, Z	przyłącza sterujące	12, 14, 16

Przykładowa budowa zaworu 3/2



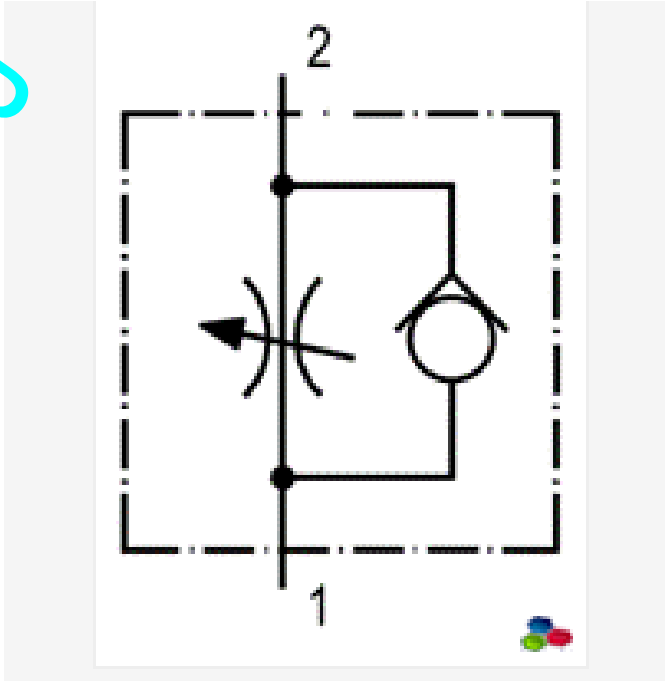
Zawory zwrotne oraz sterujące natężeniem przepływu

Zawory zwrotne są to zawory, które umożliwiają swobodny przepływ czynnika roboczego w jednym kierunku i odcięcie przepływu w kierunku przeciwnym. Zamknięcie drogi przepływu następuje samoczynnie w wyniku zmiany kierunku tego przepływu, w chwili zaistnienia równowagi sił po obu stronach elementu zamykającego.

Zawory sterujące natężeniem przepływu jest wpływanie na wartość natężenia przepływu strumienia powietrza dostarczanego ze źródła energii pneumatycznej do odbiornika pneumatycznego dowolnego typu. Zawory te nazywane są zwyczajowo zaworami dławiącymi, a krócej dławikami.

PAiR

- zawory dławiące nienastawialne,
- zawory dławiące nastawialne,
- zawory dławiąco-zwrotne nienastawialne,
- zawory dławiąco-zwrotne nastawialne,



Siłowniki pneumatyczne należą do elementów realizujących przetwarzanie energii czynnika roboczego, czyli sprężonego powietrza na energię mechaniczną. Dzięki temu możliwe jest użycie tych pneumatycznych układów napędowych do wprawiania w ruch mechanizmów i elementów maszyn.

<u>Siłowniki pneumatyczne można podzielić ze względu na stosowane rozwiązania konstrukcyjne na:</u>

- tłokowe
- nurnikowe
- membranowe
- workowe i dętkowe

PAiR

<u>Ze względu na zmiany siły działającej na element wykonawczy:</u>

- działające łagodnie (siłowniki z amortyzacją)
- działające z małym uderzeniem (siłowniki bez amortyzacji)
- działające udarowo (siłowniki specjalnej konstrukcji, tzw. udarowe)

Ze względu na możliwości wywierania przez nie siły można podzielić je na:
- jednostronnego działania,
- dwustronnego dziania

Ze względu na liczbę ściśle określonych położeń roboczych tłoczysk:

- dwupołożeniowe n=2
- wielopołożeniowe n>2
- krokowe

Ze względu na rodzaj wykonywanego ruchu, dzielimy na:

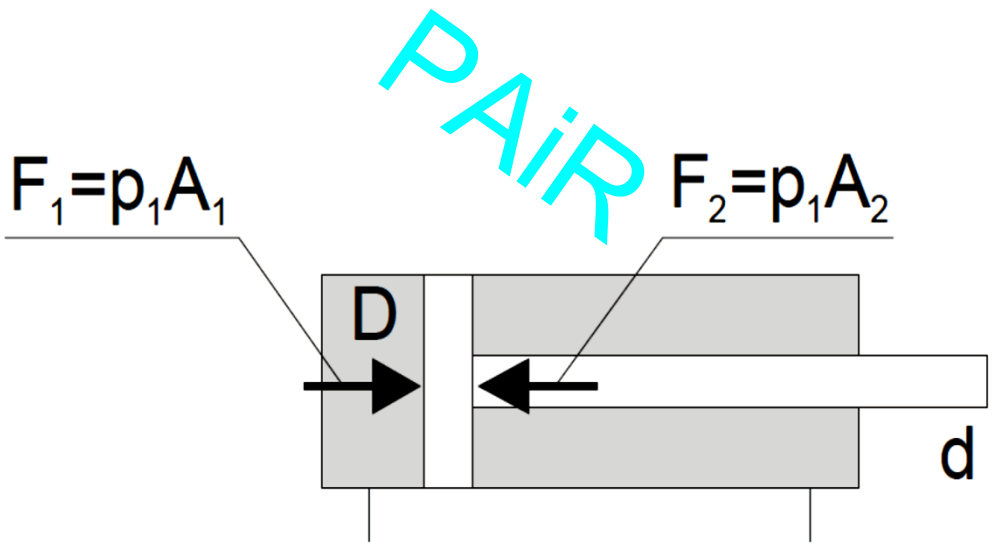
- siłowniki z ruchem prostoliniowym tłoczyska
- siłowniki z wahadłowym ruchem wałka napędowego

Ze względu na sposób powiązania elementu napędzającego siłownika (tłoka, nurnika itp..) z elementem napędzanym rozróżniamy:

- z tłoczyskiem (jednostronnym i dwustronnym)
- beztłoczyskowe

PAiR

Siłownik pneumatyczny to element mechaniczny przetwarzający energię sprężonego powietrza na energię mechaniczną.
Danymi wejściowymi do określania wielkości siłownika napędowego są zazwyczaj:
• siła użyteczna (obciążenie) F_u
• zakres ruchu (skok) s
• charakter obciążenia (obciążenie na całej długości skoku, na początku skoku lub na końcu itp.).
Przeprowadzone obliczenia mają na celu określenie nominalnej średnicy siłownika (DN) i zużycia powietrza przez ten siłownik (Q) oraz sprawdzenie rzeczywistego czasu ruchu tłoczyska (t).



PAiR

Sposób doboru siłowników

$$F_T = S * p \text{ [N]}$$ -- *siła teoretyczna*

p – ciśnienie [Pa]
S – powierzchnia robocza siłownika [m^2]

powierzchnia pchająca

PAiR

D – średnica siłownika

d – średnica tłoczyska

powierzchnia ciągnąca

$$F_{RZ} = F_T * \mu \text{ [N]}$$ -- *siła rzeczywista*

μ - współczynnik sprawności

1. Ruch powolny, obciążenie działające na końcu skoku $\eta = 0,8$

2. Ruch szybki, obciążenie działające na końcu skoku lub ruch powolny, obciążenie działające na całym skoku $\eta = 0,75$

3. Ruch szybki, obciążenie działające w przybliżeniu na całym skoku $\eta = 0,65$

Obliczenia zużycia powietrza

Orientacyjne zużycie powietrza (sprowadzone do warunków normalnych) w czasie n pełnych suwów siłownika (wysunięcie i wsunięcie tłoczyska) oblicza się według wzoru:

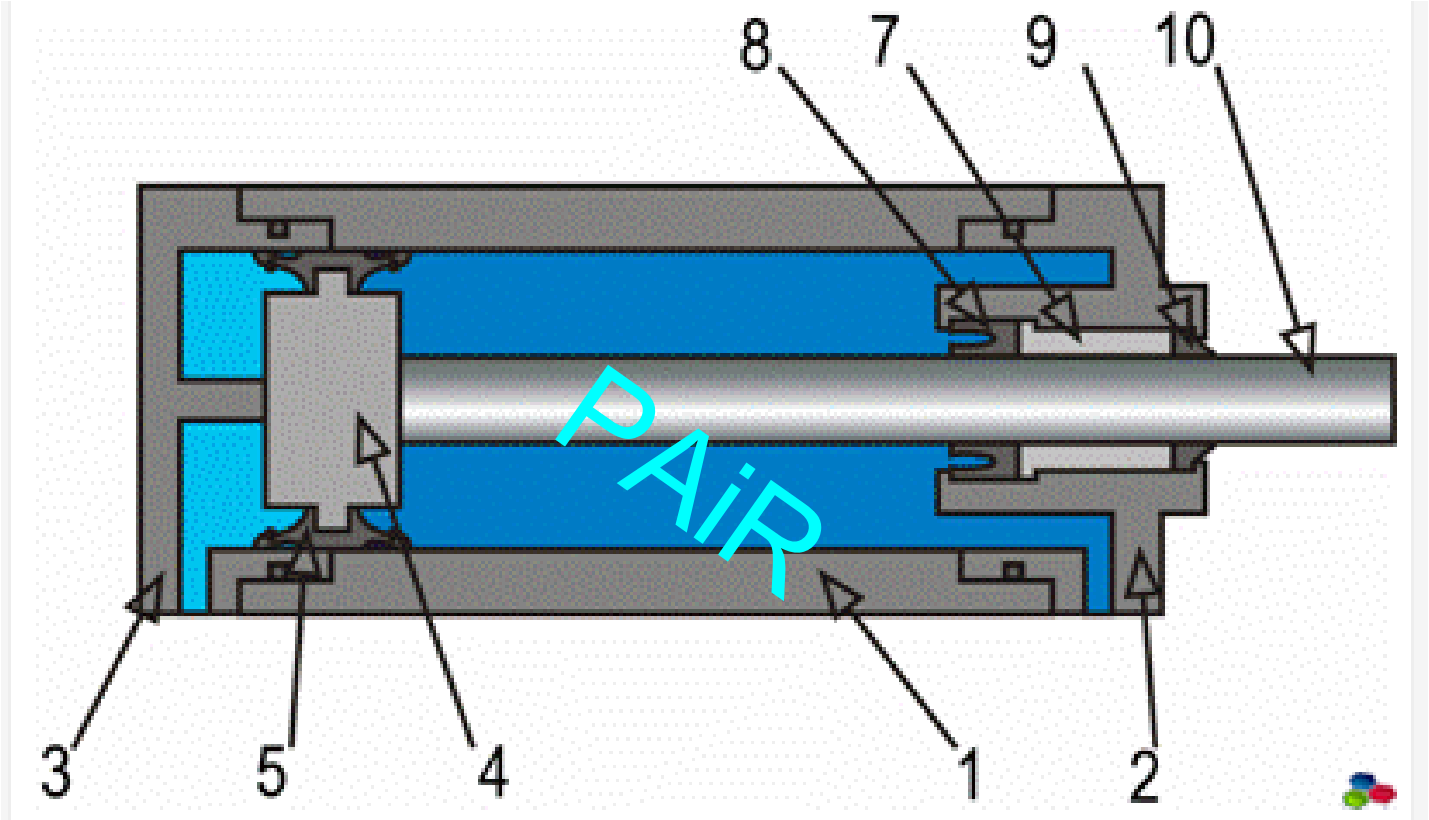
PAiR

$$V = \frac{1}{4} * \pi * (2 * D2 - d2) * s * n * (p_r/p_a + 1) + V1 \quad [m^3]$$

gdzie:

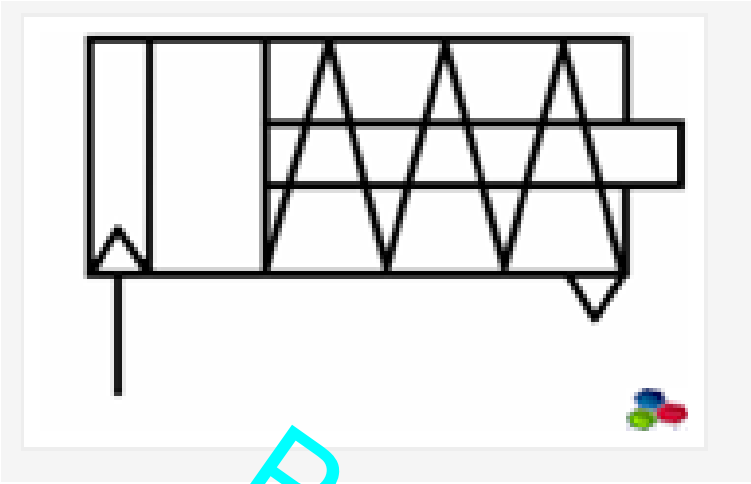
D, d -średnica tłoka, tłoczyska [m]
s - skok siłownika [m]
n - ilość pełnych suwów siłownika
p_r, p_a - ciśnienie robocze (nadciśnienie) i atmosferyczne [MPa]
V_s - objętość szkodliwa(np. objętość przewodów doprowadzających) [m^3]

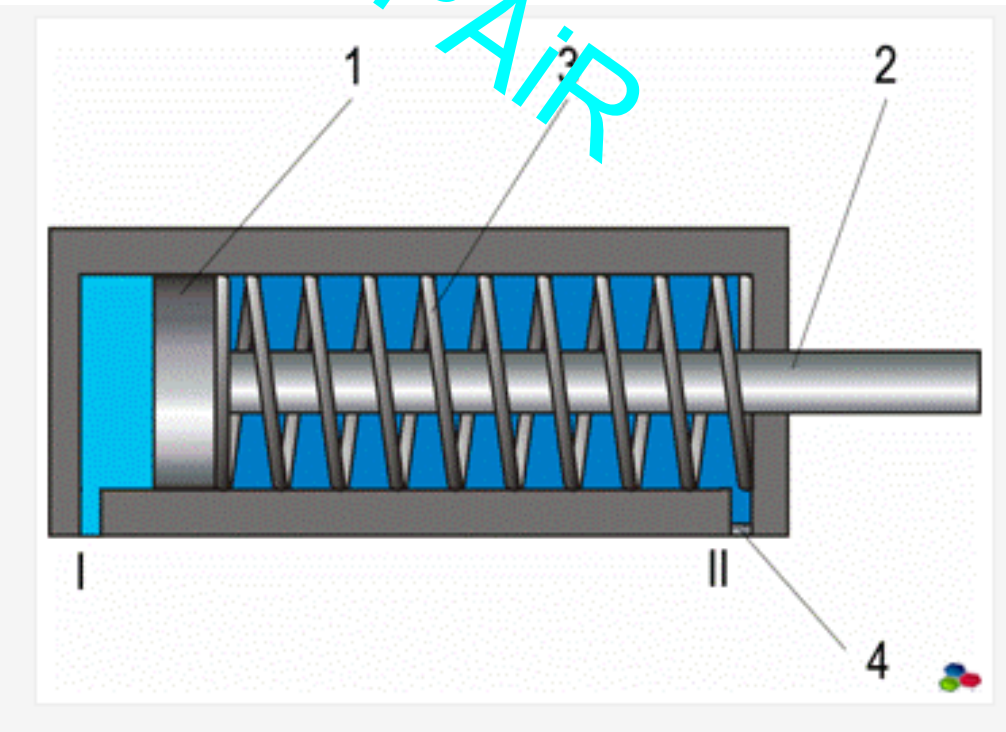
Podstawowe elementy siłownika pneumatycznego



1 - tuleja cylindrowa, 2 - pokrywa przednia, 3 - pokrywa tylna, 4 - tłok, 5 - pierścień uszczelniający połączenie ruchowe tłoka, 6 - tłoczysko, 7 - tuleja prowadząca tłoczysko, 8 - pierścień uszczelniający umieszczony w pokrywie przedniej, 9 - pierścień zgarniający

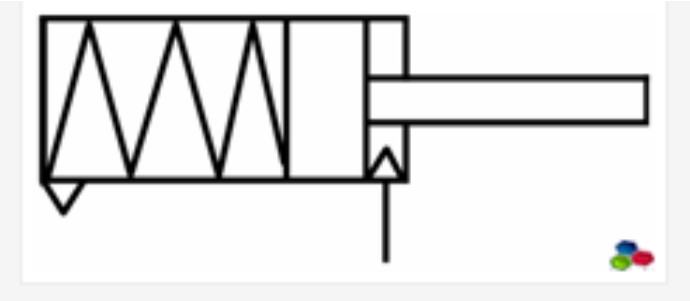
Siłownik jednostronnego działania pchający

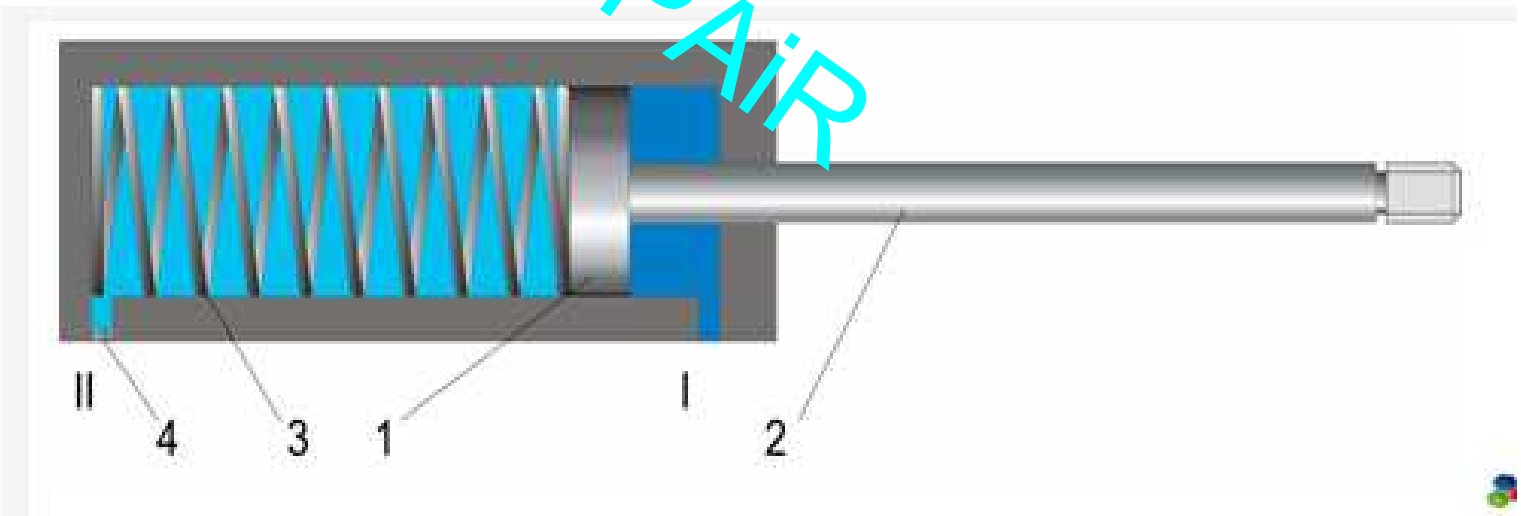




PAiR

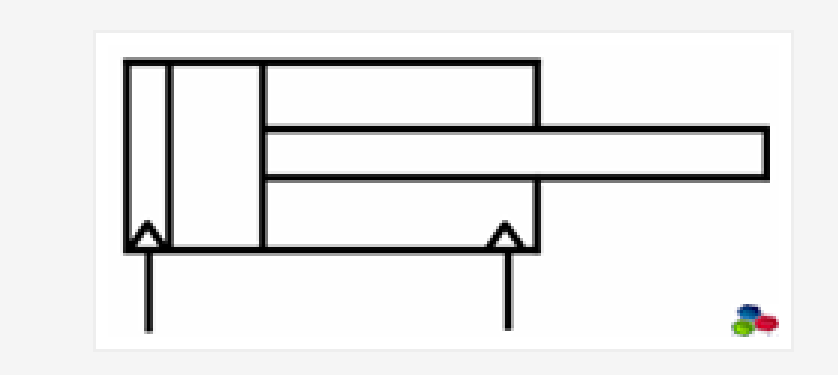
Siłownik jednostronnego działania ciągnący



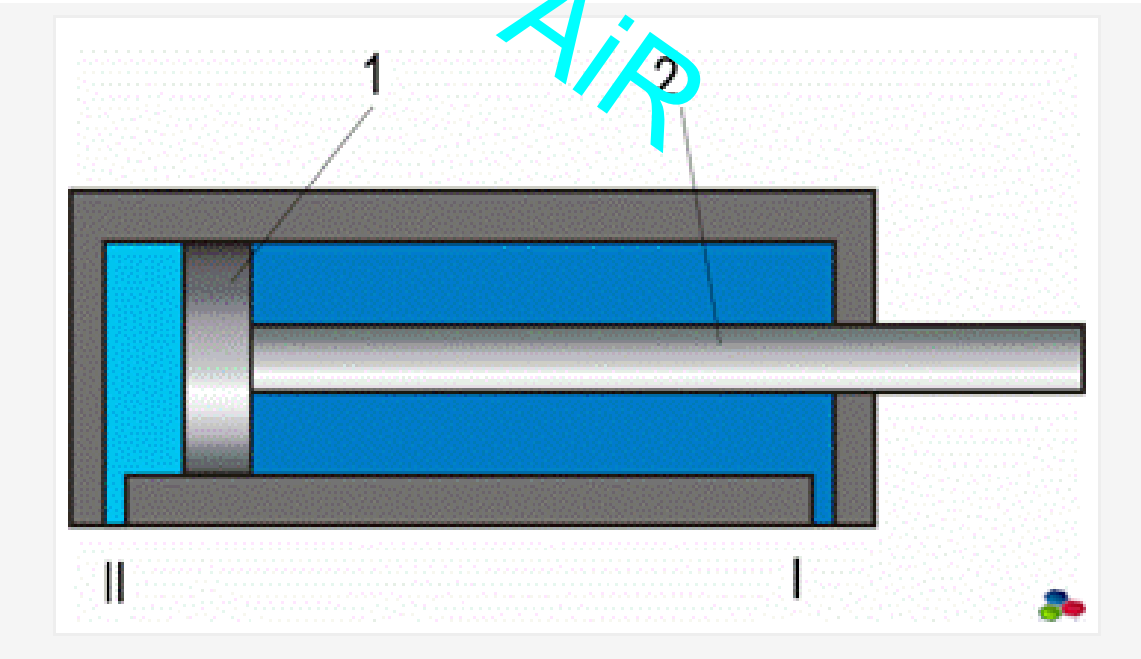


PAiR

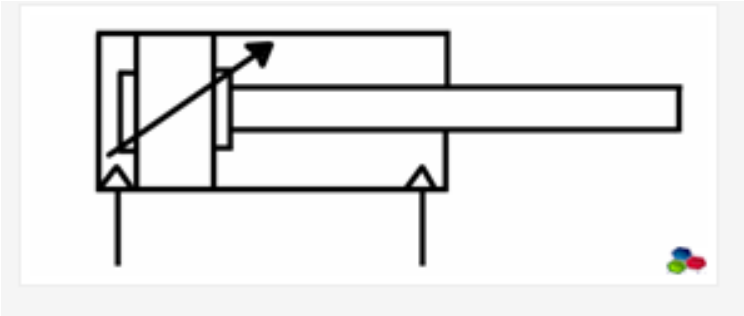
Siłownik dwustronnego działania bez amortyzacji

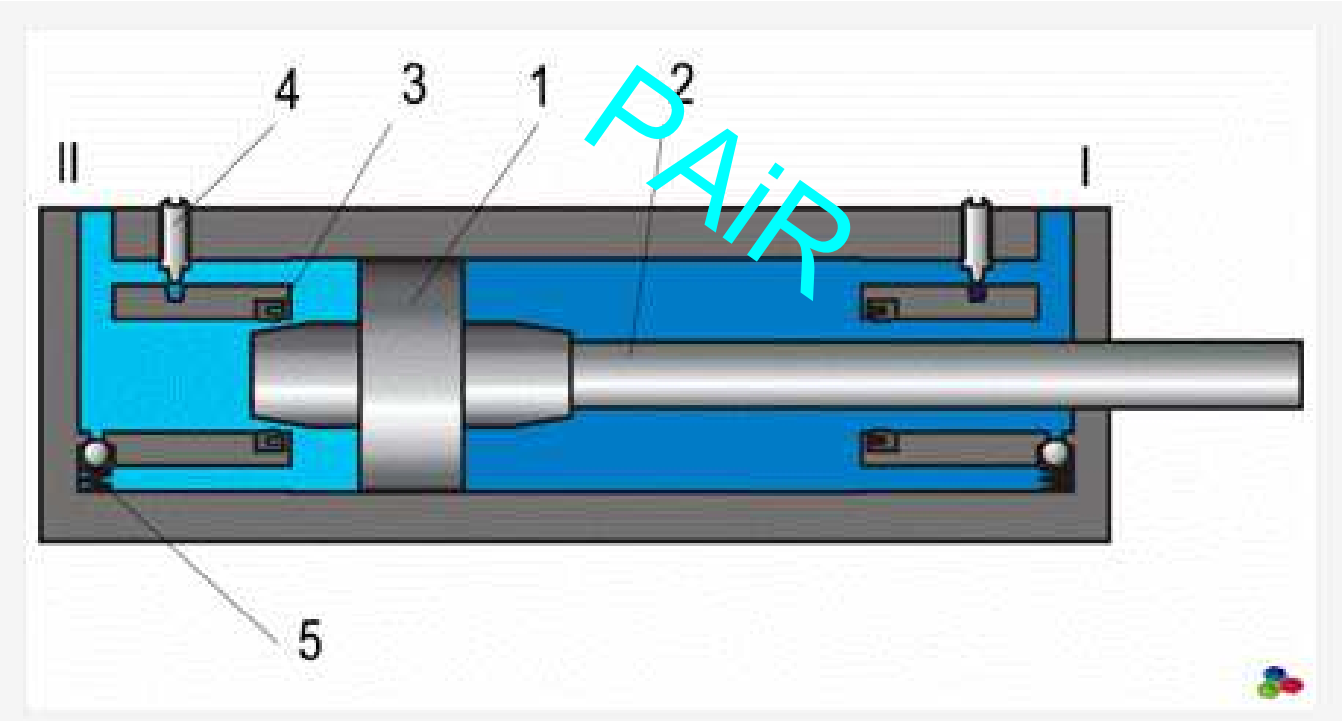


PAiR



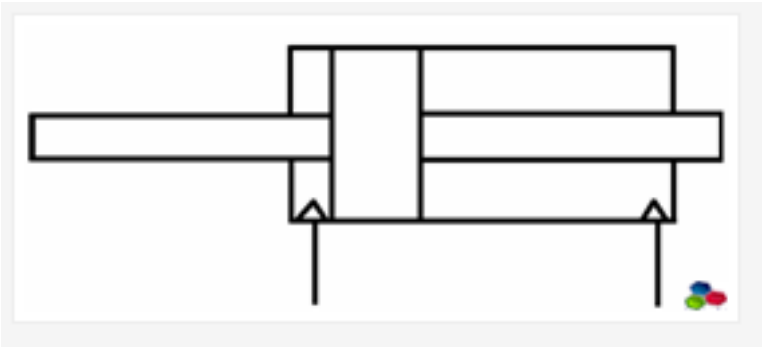
Siłownik dwustronnego działania z amortyzacją nastawialną



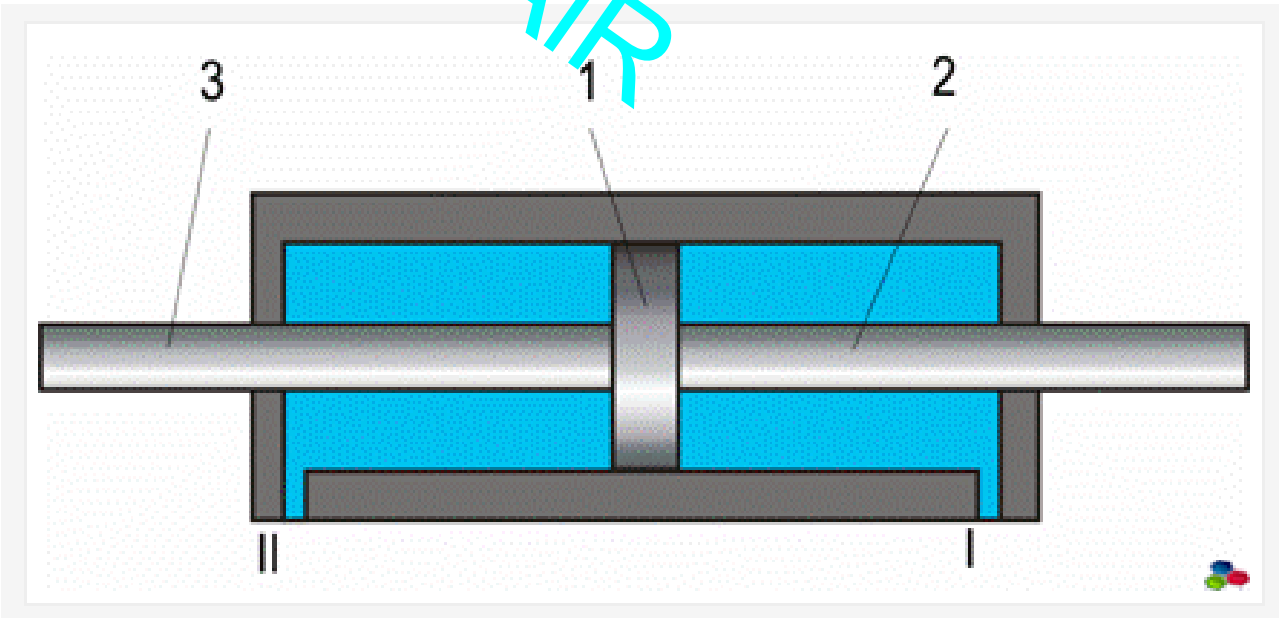


1- tłok, 2 - tłoczysko, 3 - pierścień uszczelniający, 4- dławik, 5 - zawór zwrotny,
I, II - otwory przyłączeniowe

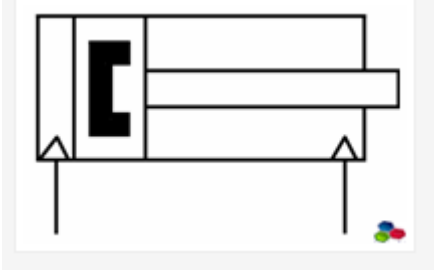
Siłownik dwustronnego działania z dwustronnym tłoczyskiem

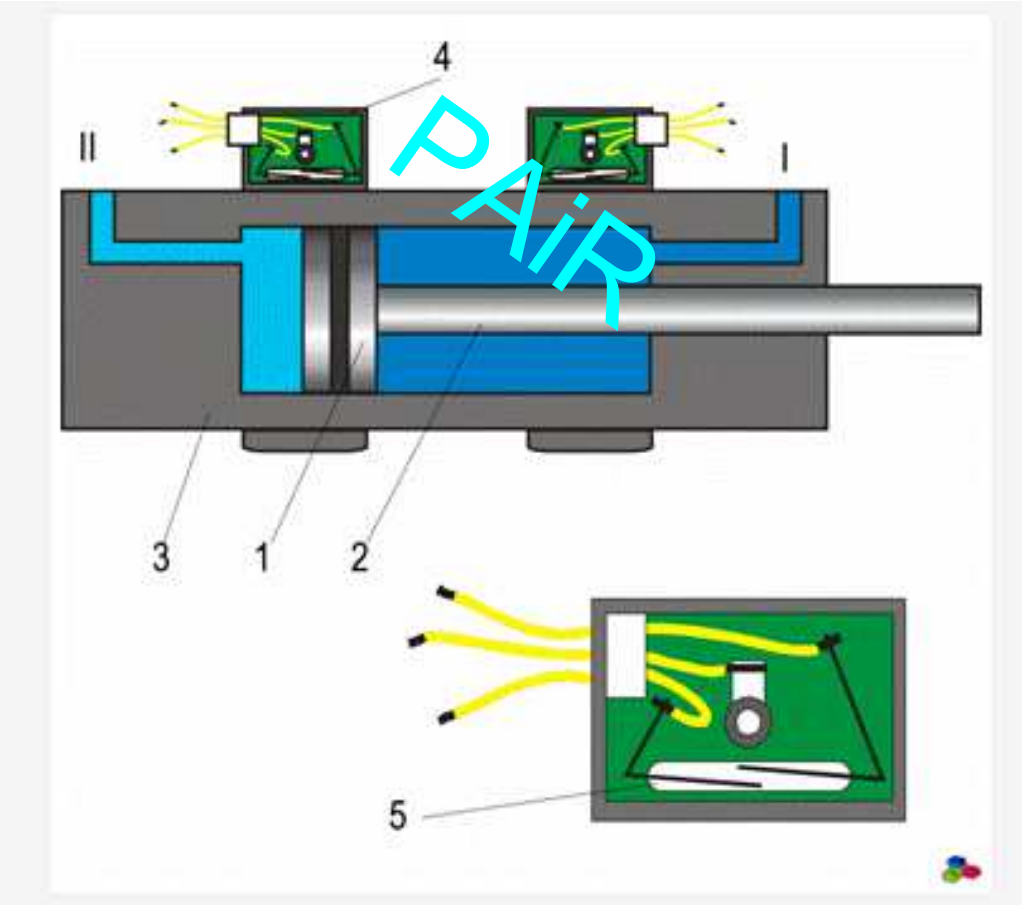


PAiR



Siłownik dwustronnego działania z jednostronnym tłoczyskiem z BSPT





Ćwiczenie nr 1

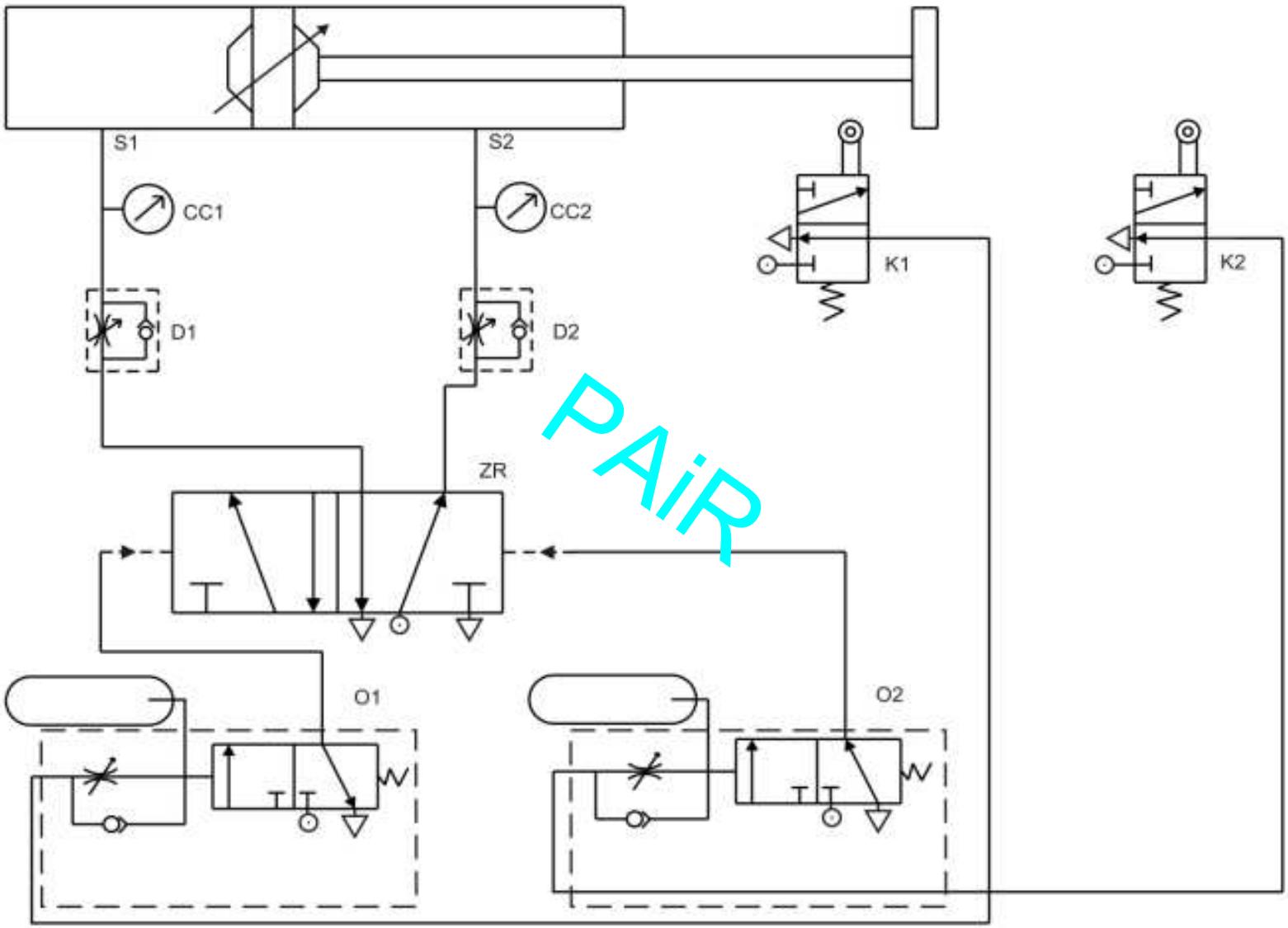
Realizacja pneumatycznych układów sterowania sekwencyjnego siłownikiem dwustronnego działania

Układ sterowania, zależnego od czasu dla obu kierunków ruchu, pośredniego siłownika dwustronnego działania, realizującego ruch oscylacyjny, **z zastosowaniem pneumatycznych elementów czasowych** - przekaźniki czasowe

PAiR

Symulacja dwukierunkowego obciążenia siłownika dwustronnego działania za pomocą zaworów zwrotno-dławiących.

Rejestracja parametrów ciśnienia zasilania siłownika oraz jego przemieszczenia.



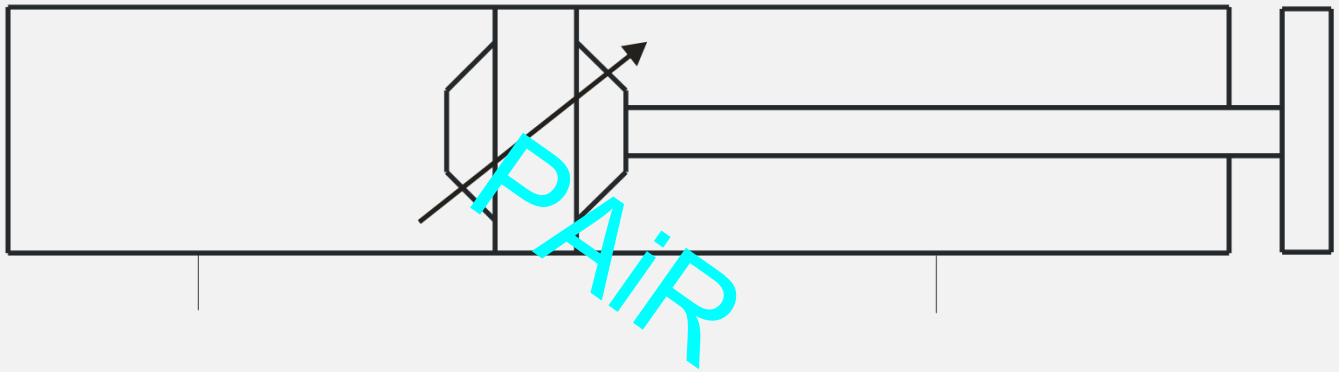
PAiR

PAiR

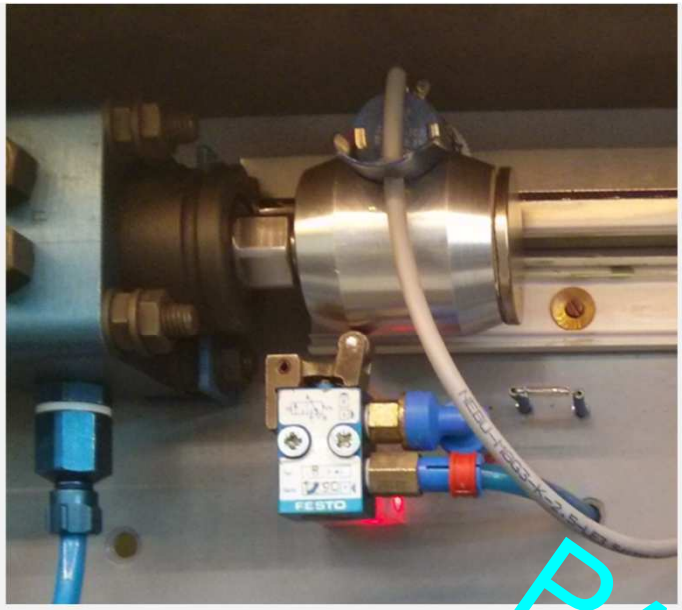
Układ został wyposażony w następujące elementy:

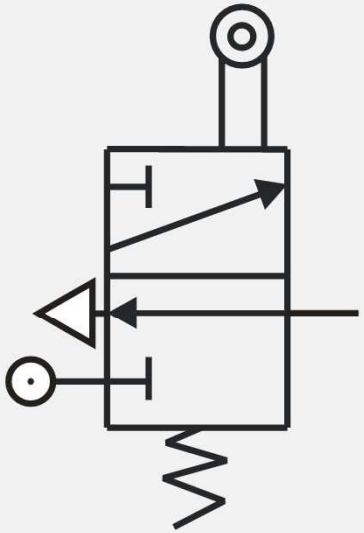
1. siłownik dwustronnego działania Mecman serii 500 – 1 sztuka
2. zawór rozdzielający, 3/2, NC, Festo R-3-M-5 – 2 sztuki
3. pneumatyczne elementy czasowe, Festo V2-3PK-3, - 2 sztuki
4. zawór rozdzielający Mecman 5/2 360-200 – 1 sztuka
5. zawór zwrotno-dławiący Festo GR 1/8 – 2 sztuki
6. przetworniki ciśnienia – 2 sztuki
7. rejestrator cyfrowy 4-kanałowy Velleman
8. panel podłączeniowy wejścia – wyjścia przewodów pneumatycznych

PAIR



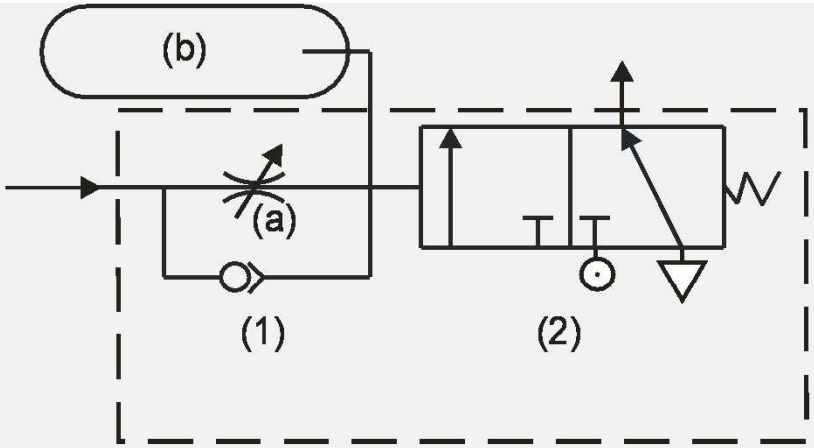
Siłownik dwustronnego działania Mecman serii 500 (S1); typowy siłownik laboratoryjny, którego zadaniem jest zamiana energii sprężonego powietrza na energię mechaniczną ruchu tłoka. Parametry siłownika to: średnica D=50 mm, średnica tłoczyska d=20 mm oraz skok 200 mm. Siłownik wyposażony jest w amortyzację pneumatyczną, zapobiegającą niszczącemu uderzeniu tłoka o cylinder





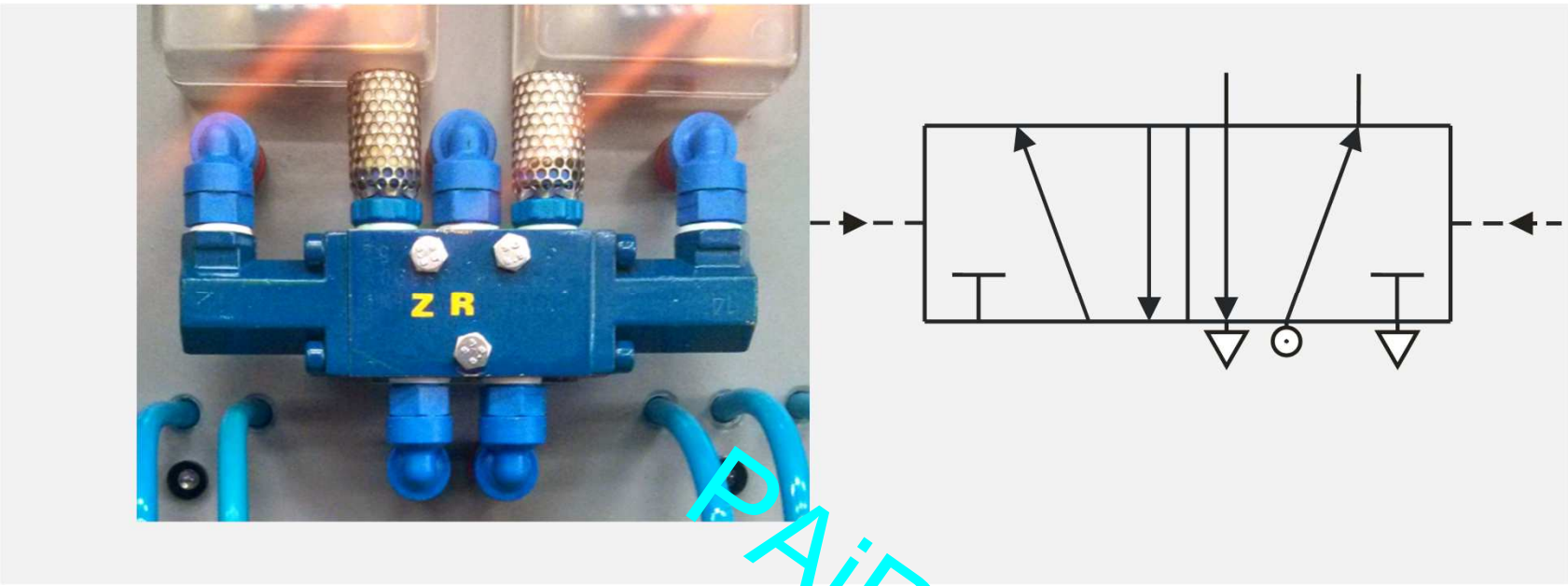
PAiR

Zawór rozdzielający 3/2, NC, Festo R-3-M-5 (rys. 17) (K1 i K2); zawór trójdrożny, dwupołożeniowy, normalnie zamknięty, powrót za pomocą sprężyny. Są to zawory pełniące rolę „krańcówek” w układzie pneumatycznym i zostały umieszczone na wysokości maksymalnego i minimalnego położenia tłoczyska siłownika. W położeniu wyjściowym, ze względu na budowę (NC), nie przesyłają sprężonego powietrza na wyjście z zaworu. Po wciśnięciu rolki przez końcówkę tłoczyska, następuje przełączenie wewnętrznych dróg zaworu, efektem czego jest pojawienie się sygnału sterującego na wyjściu zaworu. Zawory 3/2 są elementem sterującym pneumatycznymi elementami czasowymi.



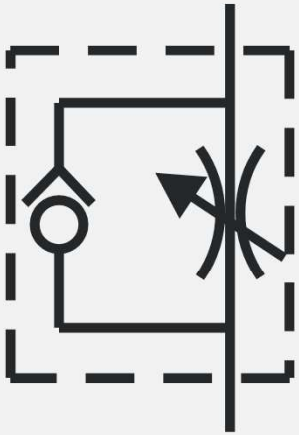
PAiR

Pneumatyczne elementy czasowe (PEC), Festo V2-3PK-3 (O1 i O2); jest to zaawansowany układ składający się z dwóch modułów: zaworu zwrotno-dławiącego (1) oraz zaworu trójdrożnego dwupołożeniowego sterowanego przez wzrost ciśnienia (2). Zawór zwrotno-dławiący (1) jest zaworem nastawialnym pokrętłem (a), które połączone jest z iglicą umożliwiającą sterowaniem ilością powietrza przepływającą do zbiornika wyrównawczego (b). Po osiągnięciu odpowiedniej wartości ciśnienia następuje przełączenie zaworu trójdrożnego z pozycji zamkniętej na pozycje otwartą co umożliwia przesłanie informacji sterującej zaworem ZR – 5/2. Regulacja położenia iglicy zapewnia nastawy czasowe w granicach 1 do 7 sekund opóźnienia przełączenia zaworu 3/2

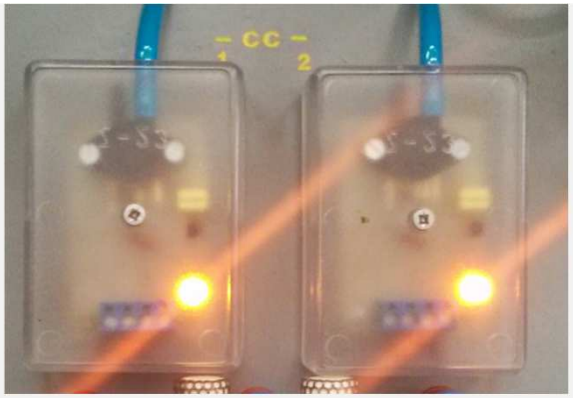


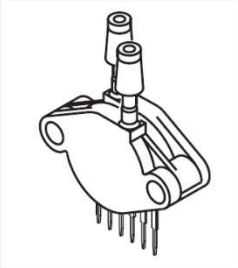
PAiR

Zawór rozdzielający Mecman 5/2 360-200 (ZR); zawór rozdzielający sterujący zasilaniem siłownika dwustronnego działania. Zasada działania polega na przekierowaniu sprężonego powietrza na jedno z wyjść podłączonych przewodami pneumatycznymi do siłownika. Zawór jest sterowany obustronnie pneumatycznie poprzez wzrost ciśnienia – elementami sterującymi są dwa pneumatyczne elementy czasowe (O1 i O2).



Zawory zwrotno-dławiące Festo GR 1/8 (D1 i D2) – działanie zaworu zwrotno-dławiącego w zależności od kierunku przepływu powietrza polega na swobodnym przepływie czynnika roboczego w jednym kierunku oraz regulowanym dławieniu przepływu w kierunku przeciwnym.





Przetworniki ciśnienia MPX5700DP (CC1 i CC2); piezorezystancyjny przetwornik ciśnienia o szerokim zakresie zastosowania. Charakteryzuje się wysoką dokładnością pomiarową. Wartość ciśnienia zmierzona w instalacji pneumatycznej zostaje zamieniona na napięcie które jest podawane do rejestratora. Podstawowe parametry przetwornika:

- ciśnienie: pomiar różnicowy od 0 do 700 kPa
- zasilanie: 5 V
- czułość: 6,4 mV/kPa
- czas reakcji: 1 ms

Przetworniki zostały podłączone pomiędzy wejściem do siłownika (S1 i S2) a zaworami zwrotno-dławiącymi. W związku ze ściśliwością powietrza, przewody pneumatyczne zostały maksymalnie skrócone aby zmniejszyć wpływ szkodliwej objętości na pomiary ciśnień.

PAIR

Przetworniki ciśnienia MPX5700DP (CC1 i CC2); piezorezystancyjny przetwornik ciśnienia o szerokim zakresie zastosowania. Charakteryzuje się wysoką dokładnością pomiarową. Wartość ciśnienia zmierzona w instalacji pneumatycznej zostaje zamieniona na napięcie które jest podawane do rejestratora. Podstawowe parametry przetwornika:

- ciśnienie: pomiar różnicowy od 0 do 700 kPa
- zasilanie: 5 V
- czułość: 6,4 mV/kPa
- czas reakcji: 1 ms

Przetworniki zostały podłączone pomiędzy wejściem do siłownika (S1 i S2) a zaworami zwrotno-dławiącymi. W związku ze ściśliwością powietrza, przewody pneumatyczne zostały maksymalnie skrócone aby zmniejszyć wpływ szkodliwej objętości na pomiary ciśnień.

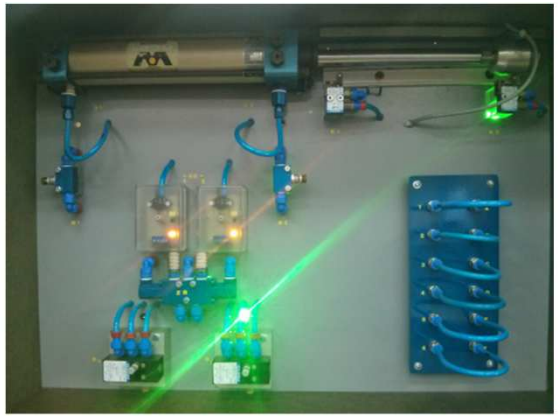
PAIR

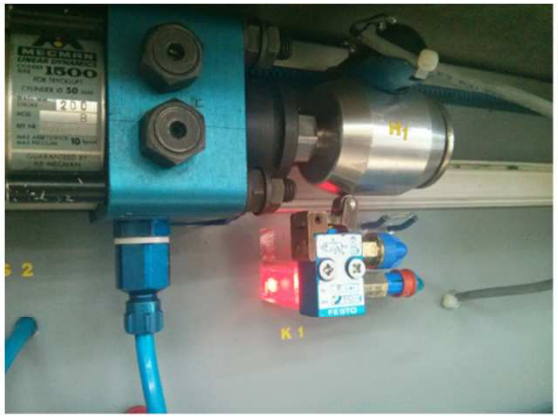
Panel podłączeniowy wejścia – wyjścia przewodów pneumatycznych ; panel umożliwia zmianę połączeń pomiędzy poszczególnymi elementami układu pneumatycznego, dzięki czemu na bazie elementów składowych można konstruować nowe układy. Zastosowanie szybkozłączek zapewnia szybkie i bezproblemowe przełączanie przewodów.

Schemat działania jest następujący:

1. Ustawienie siłownika w położeniu wyjściowym – tłoczysko jest schowane
2. Włączenie sprężonego powietrza
3. Tłoczysko wysuwa się osiągając maksimum na wysokości zaworu krańcowego K2, zawór zostaje przełączony. Informacja o tym zostaje przekierowana do pneumatycznego elementu czasowego O2.
4. W zależności od ustawienia wielkości dławienia iglicą w PEC (Pneumatyczny Element Czasowy) O2, siłownik pozostaje wysunięty, aż do momentu napełnienia zbiornika w PEC O2.
5. Po osiągnięciu żądanej wartości ciśnienia następuje przełączenie zaworu 3/2 w PEC O2. Zawór ten steruje zaworem ZR 5/2, który zostaje przełączony co daje jednocześnie zamianę zasilania przyłączy w badanym siłowniku z S1 na S2.
6. Siłownik wykonuje ruch powrotny.
7. Tłoczysko zostaje wsunięte jednocześnie przełączając zawór krańcowy K1. Informacja o przełączeniu zostaje przekierowana do pneumatycznego elementu czasowego O1.
8. W zależności od ustawienia wielkości dławienia iglicą w PEC O1, siłownik pozostaje wysunięty, aż do momentu napełnienia zbiornika w PEC O1.
9. Podobnie jak w punkcie 3 następuje przełączenie zaworu ZR, powodując wysuwanie się siłownika
10. Cykl pracy się powtarza.

PAiR





Wizualizacja przepływu informacji pneumatycznej w poszczególnych elementach układu.

PAiR

Metodyka badań

Poszczególne etapy pomiaru i rejestracji pracy siłownika:

1) ustawienie siłownika w pozycji wyjściowej

2) zadeklarowanie czasu „przestoju siłownika” w pozycji:

a) wysunięty – iglicą O2

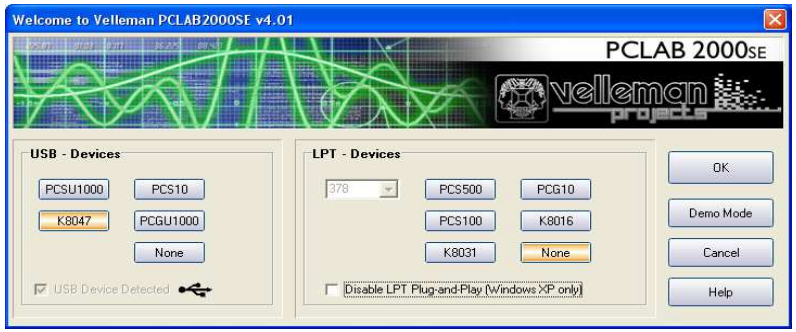
b) schowany – iglicą O1

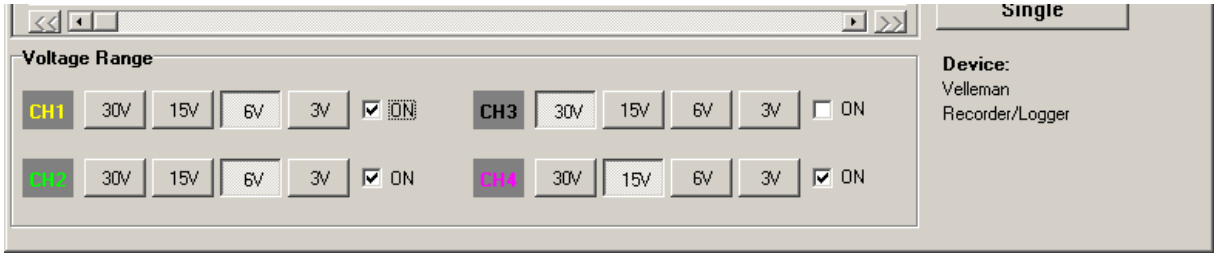
3) ustawienie wartości dławienia odpowietrzeń siłownika za pomocą zaworów zwrotno-dławiących D1 i D2

4) podłączenie komputera do badanego układu za pomocą złącza USB, uruchomienie programu PCLAB 2000SE.

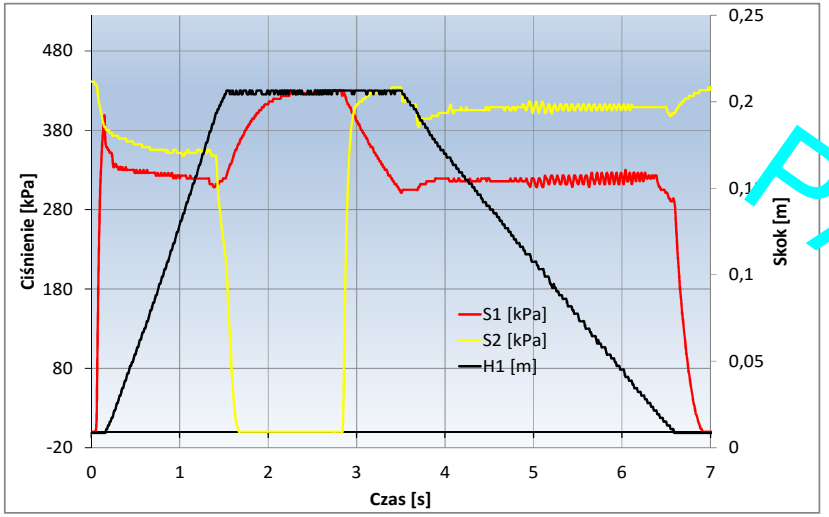
5) ustawienie parametrów programu według rysunku

PAiR

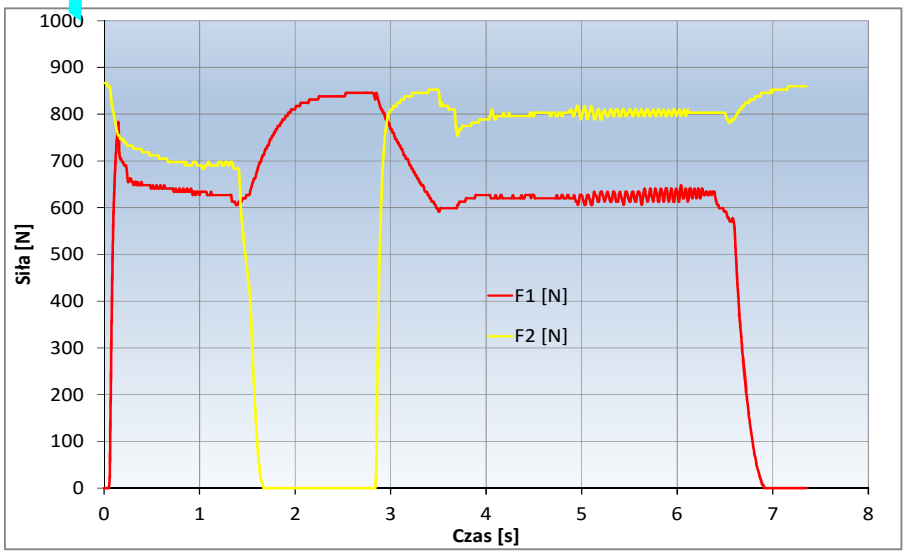




6) utworzenie pliku rejestracji np.: nazwa.txt
7) równoczesne włączenie układu pneumatycznego (poprzez zawór zasilający) oraz programu rejestrującego.
8) zatrzymanie rejestracji po wykonaniu zadanej ilości cyklów pracy układu.
9) import zarejestrowanych danych do arkusza kalkulacyjnego i opracowanie wyników.



PAiR



Ćwiczenie nr 2

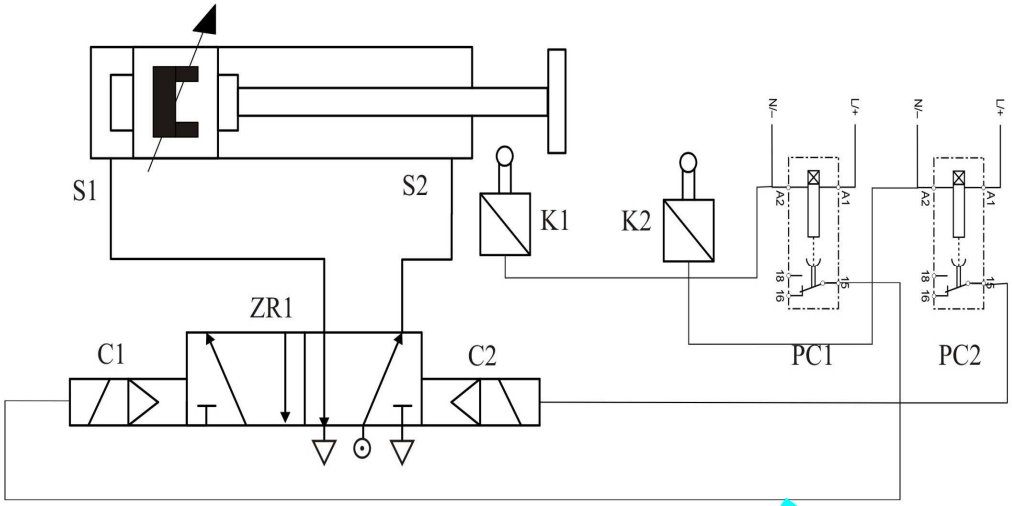
Realizacja elektropneumatycznych układów sterowania sekwencyjnego siłownikiem dwustronnego działania

Układ sterowania, zależnego od czasu dla obu kierunków ruchu, pośredniego siłownika dwustronnego działania realizującego ruch oscylacyjny, **z zastosowaniem elektropneumatycznych elementów czasowych**.

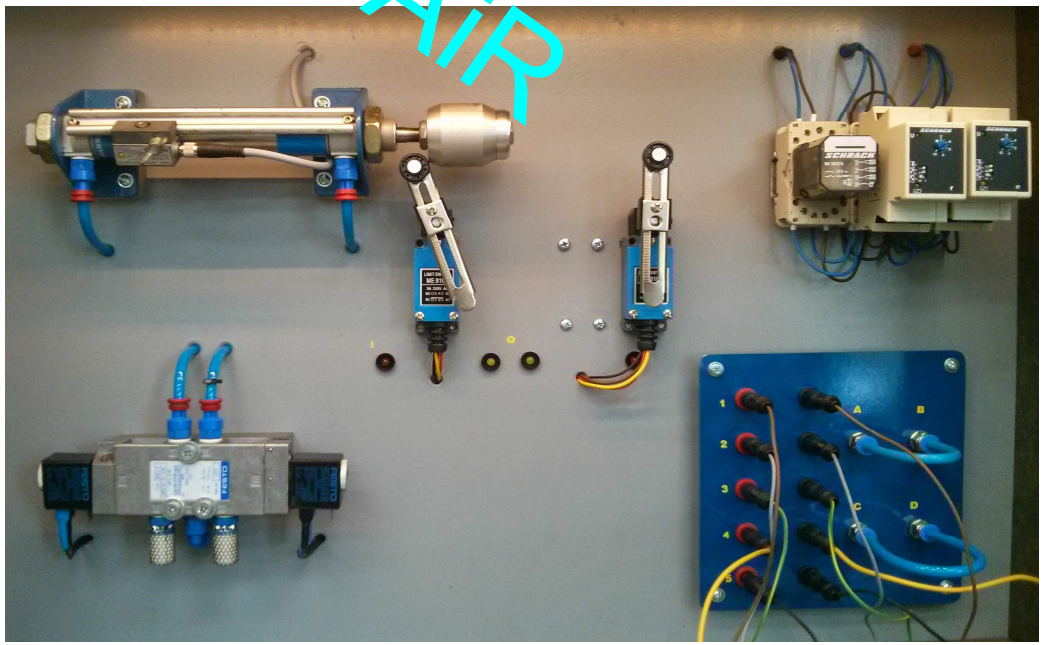
Sterowanie przekaźnikami elektrycznymi czasowymi.

Zastosowanie BSPT (układ kontaktronu) jako systemu bezstykowej sygnalizacji położenia tłoka.

PAiR



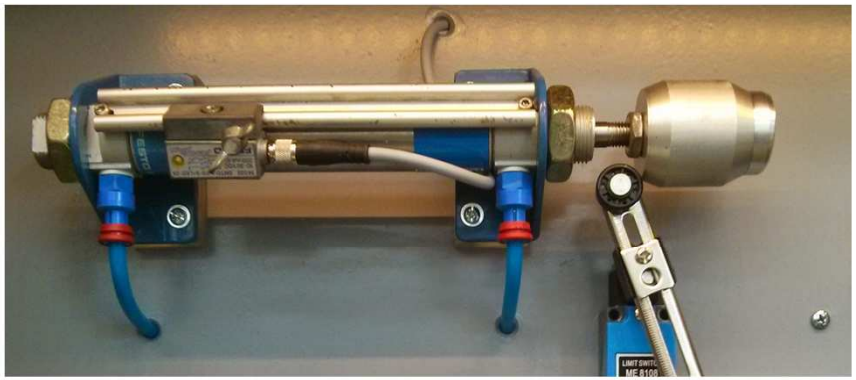
PAiR

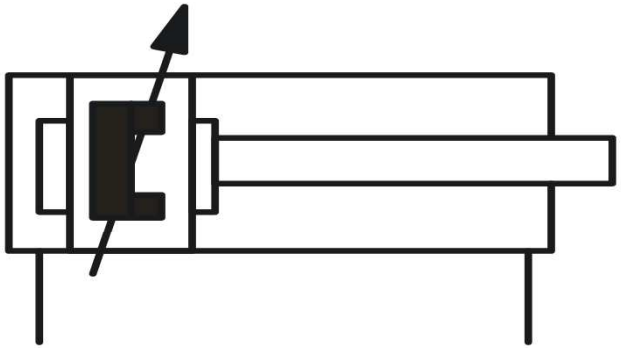


Układ został wyposażony w następujące elementy:

1. siłownik dwustronnego działania Festo typ DSNN-25-100-PPV-A – 1 sztuka -S
2. zawór rozdzielający, 5/2, Festo typ 8820 JMFH -5-1/8 – 1 sztuk – ZR1
3. przełączniki dwustanowe elektryczne (krańcówki) ME 8108– 2 sztuki – K1, K2
4. elektryczne elementy czasowe – przekaźniki (Schrack ZA 032090, Schrack ZA 031090) – 2 sztuki – PC1, PC2
5. kontaktron Festo – 1 sztuka
6. panel podłączeniowy wejścia – wyjścia przewodów pneumatycznych i elektrycznych

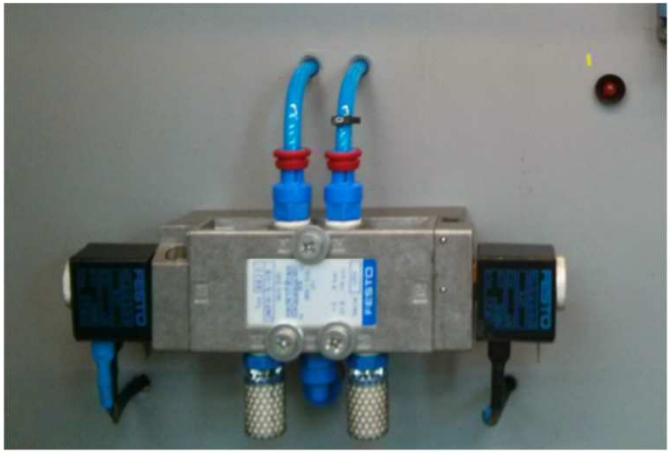
PAiR

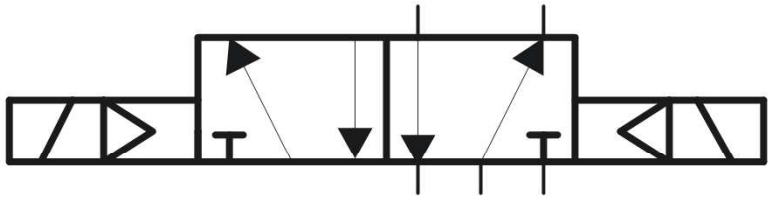




PAiR

Siłownik dwustronnego działania Festo typ DSNN-25-100-PPV-A (S1); siłownik laboratoryjny, którego zadaniem jest zamiana energii sprężonego powietrza na energię mechaniczną ruchu tłoka. Parametry siłownika to: średnica D=20 mm, średnica tłoczyska d=10 mm oraz skok 100 mm. Siłownik wyposażony jest w amortyzację pneumatyczną oraz tłok magnetyczny umożlwiający sterowanie kontaktronem





PAiR

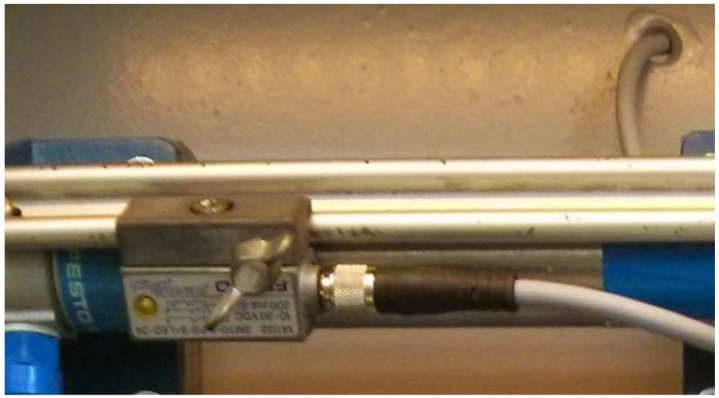
Zawór rozdzielający 5/2 Festo typ 8820 JMFH -5-1/8; zawór odpowiedzialny za sterowanie siłownikiem dwustronnego działania. Przełączanie poszczególnych wewnętrznych dróg przepływu powietrza odbywa się za pomocą cewek sterowanych czasowymi przekaźnikami elektromagnetycznymi.

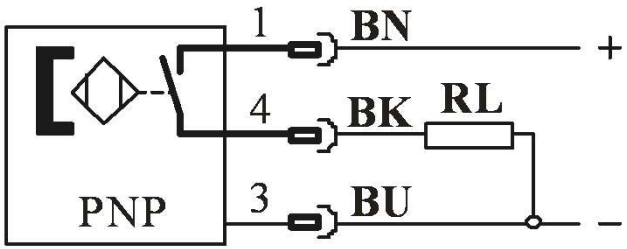
PAiR

Elektryczne elementy czasowe – przekaźniki (Schrack RN 301024, Schrack ZA 032090, Schrack ZA 031090); elementy odpowiedzialne za podawanie napięcia na cewki zaworu 5/2. Umożliwiają regulacją czasową w zakresie sekund/minut/godzin. Regulacja polega na ustawieniu pokrętłem wybranego czasu w zakresie od 1 do 10 wybranych jednostek czasu

PAiR

Przełączniki dwustanowe elektryczne (krańcówki) ME 8108 – elektryczne elementy stykowe służące do przekazywania informacji o położeniu tłoczyska siłownika do przekaźników czasowych.





PAiR

Kontaktron Festo SMTO PS-S-LED-24 ; łącznik elektroniczny sterowany polem magnetycznym. Kontaktron składa się z obudowy, w której znajdują są styki z materiału ferromagnetycznego. Pod wpływem odpowiednio ukierunkowanego zewnętrznego pola magnetycznego (pochodzącego np. z tłoka magnetycznego siłownika) w stykach indukuje się własne pole magnetyczne, styki zaczynają się przyciągać i następuje ich zwieranie się. Sygnał doprowadzony jest do elementów czasowych dostarczając dodatkową informację o położeniu tłoka a tym samym tłoczyska. Dodatkowo w momencie zwierania włącza się dioda LED informująca o statusie pracy kontaktronu.

Metodyka badań parametrów pracy układu.

1. ustawienie siłownika w pozycji wyjściowej
2. zadeklarowanie czasu postojów tłoczyska w pozycjach wsunięty i wysunięty
3. włączenie sprężonego powietrza
4. obserwacja pracy układu oraz stanów krańcówek
5. wyłączenie sprężonego powietrza

PAIR

Ćwiczenie nr 3

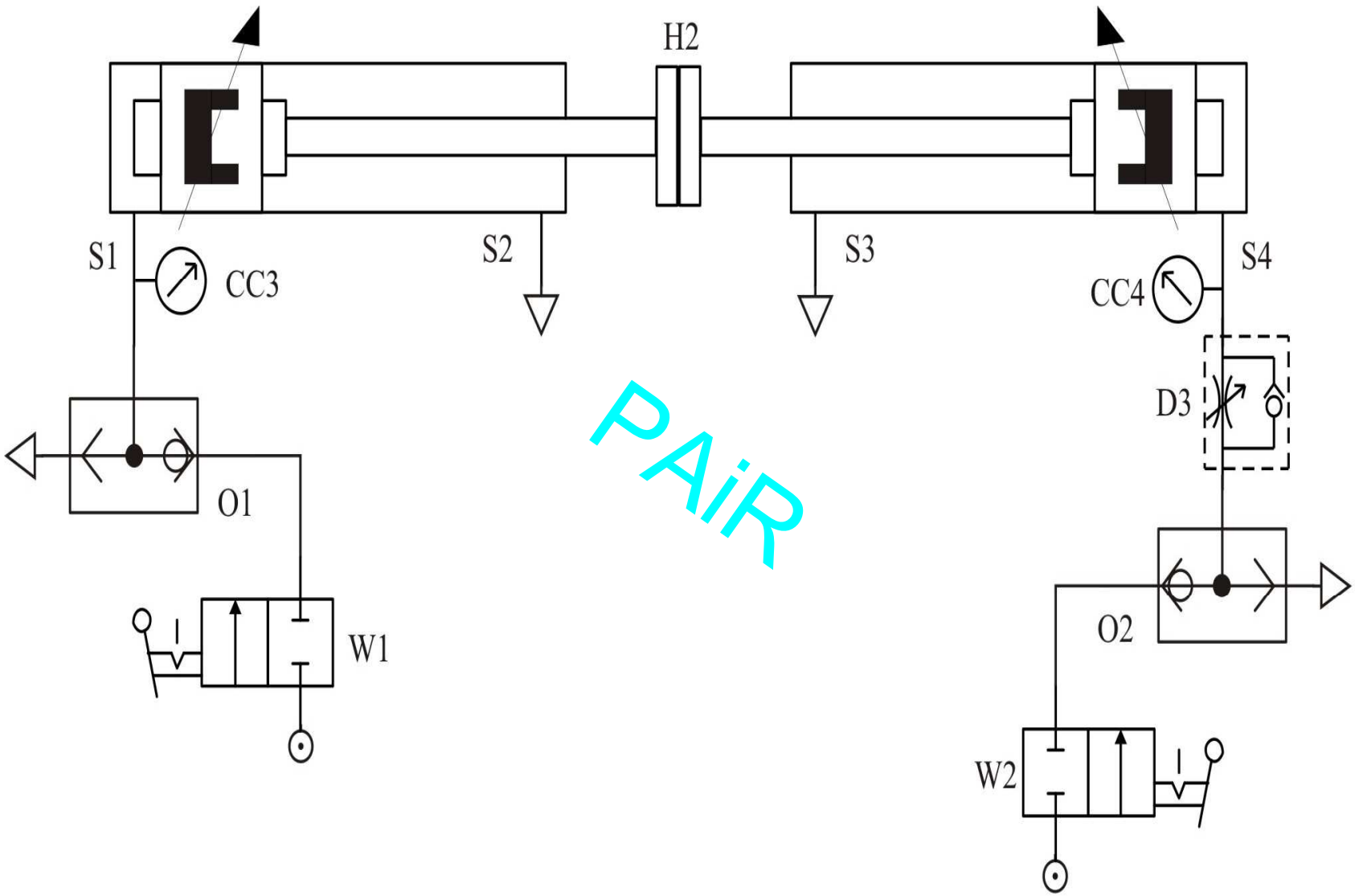
Symulacja pracy siłownika dwustronnego działania pracującego pod zmiennym obciążeniem.

Regulacja obciążenia za pomocą zaworu zwrotno-dławiącego.

Rejestracja parametrów ciśnienia zasilania siłownika oraz jego przemieszczenia

PAiR

PAiR

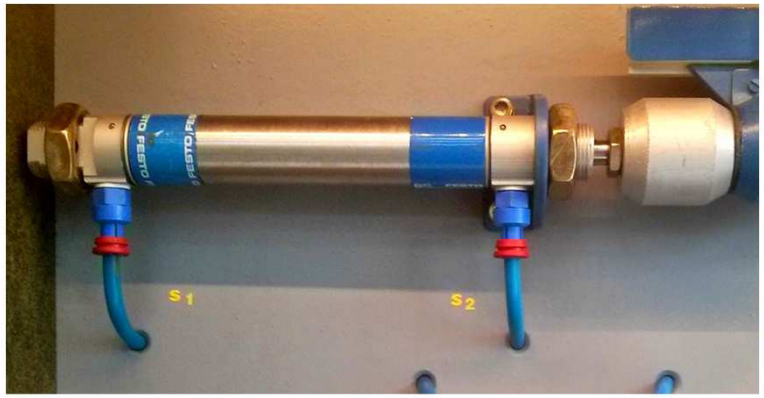


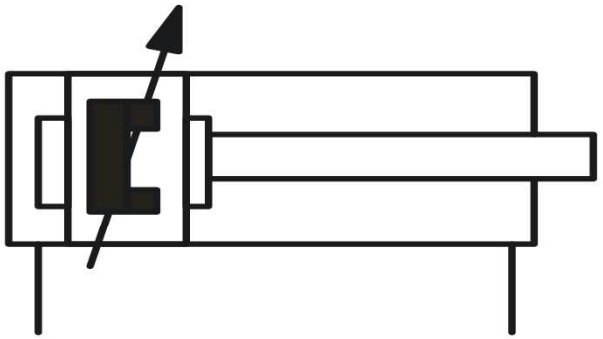
PAiR

Układ został wyposażony w następujące elementy:

1. siłownik dwustronnego działania Festo typ DSNN-25-100-PPV-A – 2 sztuki (S1-2, S3-4)
2. zawór logiczny OR (logiczna suma przełącznik obiegu) – 2 sztuki (O1 i O2)
3. zawór zwrotno-dławiący Festo GR 1/8 – 1 sztuka (D3)
4. przetworniki ciśnienia – 2 sztuki (CC3 i CC4)
5. rejestrator cyfrowy 4-kanałowy Velleman

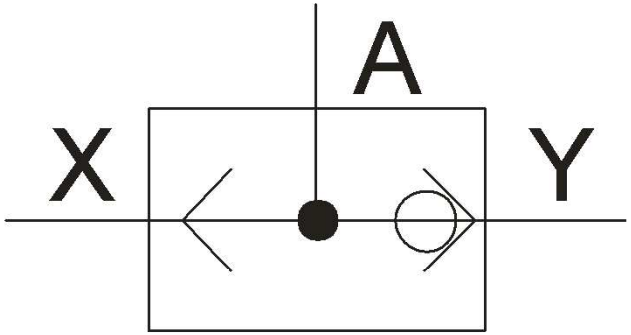
PAiR





PAiR

Siłowniki dwustronnego działania Festo typ DSNN-25-100-PPV-A . Parametry siłowników to podobnie jak na stanowisku nr 2: średnica D=20 mm, średnica tłoczyska d=10 mm oraz skok 100 mm. Siłowniki wyposażone są w amortyzację pneumatyczną oraz tłok magnetyczny umożlwiający sterowanie kontaktronem



PAiR

Zawór logiczny OR (logiczna suma przełącznik obiegu) (O1 i O2) – element logiczny suma, (przełącznik obiegu) generuje sygnał wyjściowy jeżeli zaistniał jeden z dwóch wejściowych sygnałów sterujących. Zawór ma dwa wejścia (X, Y) i jedno wyjście (A). Zawór automatycznie blokuje wejście nie będące w danym momencie pod ciśnieniem. W przypadku podłączenia dwóch wejść o danej wartości ciśnienia, zawór przekieruje na wyjście A ciśnienie o wyższej wartości.

Schemat działania jest następujący:

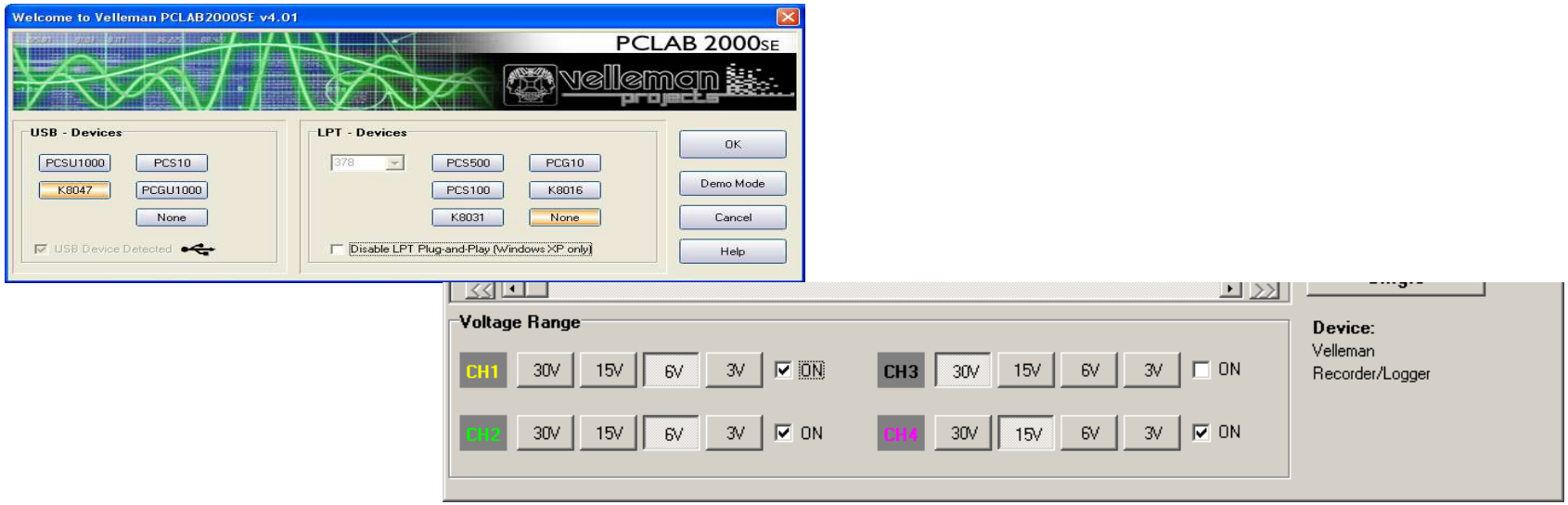
1. Ustawienie siłownika 1 w położeniu wyjściowym – tłoczysko jest schowane.
2. Tłoczysko siłownika 2 jest maksymalnie wysunięte i przylega ściśle do tłoczyska siłownika 1.
3. Ustawienie wartości dławienia zaworu D3.
4. Włączenie sprężonego powietrza zaworem W1. Siłownik S1-2 wysuwa się.
5. Tłoczysko wysuwa się osiągając maksimum.
6. Wyłączenie zaworu W1 i włączenie zaworu W2.
7. Siłownik S3-4 wysuwa się powodując powrót układu do pozycji początkowej.

PAiR

Metodyka badań

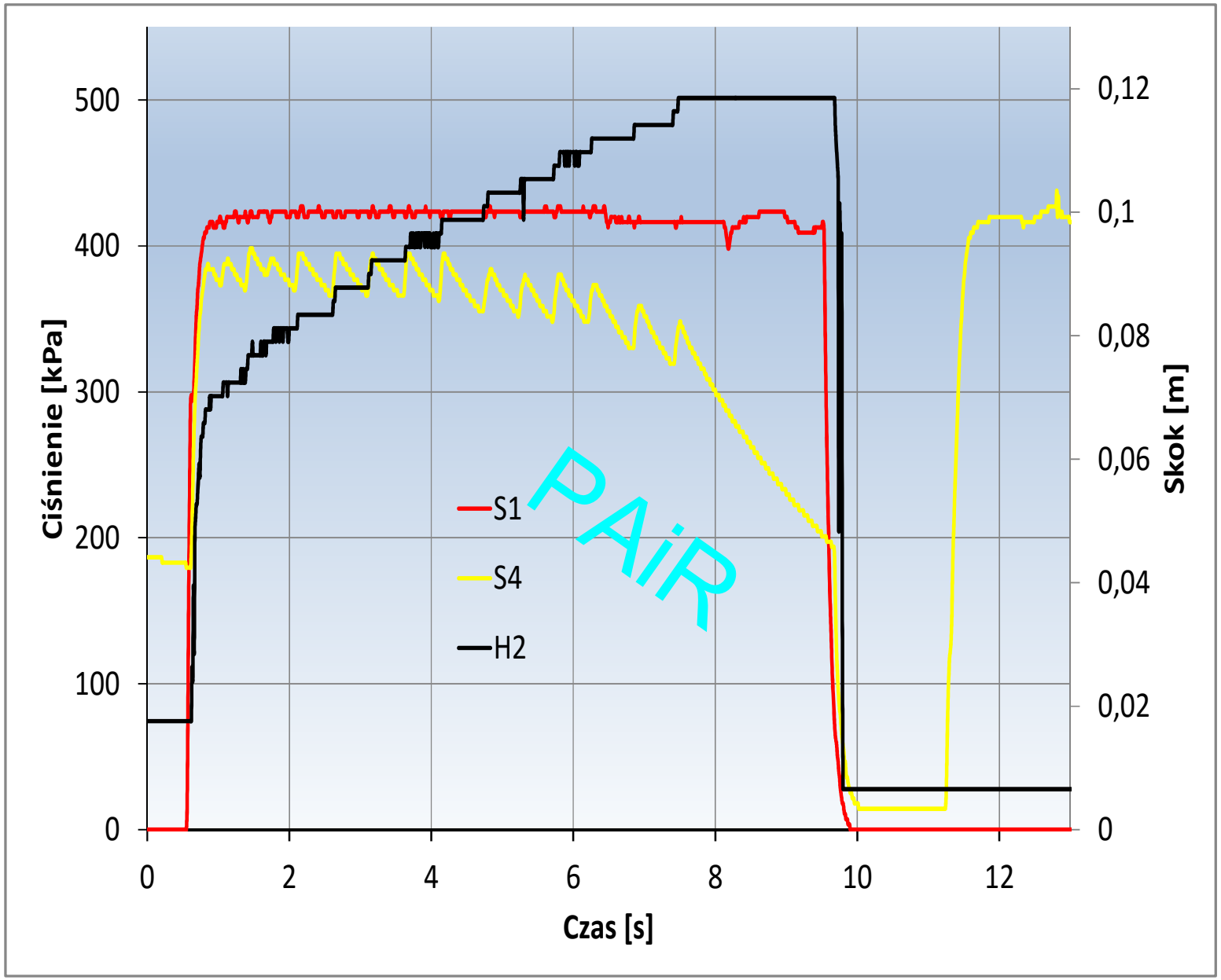
1. poszczególne etapy pomiaru i rejestracji pracy siłownika:
2. ustawienie siłownika S1-2 w pozycji wyjściowej
3. zadeklarowanie wielkości dławienia iglicą zaworu D3, odpowiadającego za zmianę dynamiki obciążenia siłownika S1-2.
4. wybór wielkości dodatkowego obciążenia siłownikiem S3-4. Wybór obciążenia polega na:
5. braku sprężonego powietrza w komorze siłownika S3-4 – podczas pracy układu sprężane jest powietrze o wartości 0,1 MPa (atmosfera otoczenia)
6. wcześniejszym napełnieniu komory siłownika S3-4 sprężonym powietrzem za pomocą zaworu W2 – wartość ciśnienia jest równa ciśnieniu zasilania z sieci.
7. podłączenie komputera do badanego układu za pomocą złącza USB, uruchomienie programu PCLAB 2000SE.
8. ustawienie parametrów programu według rysunku

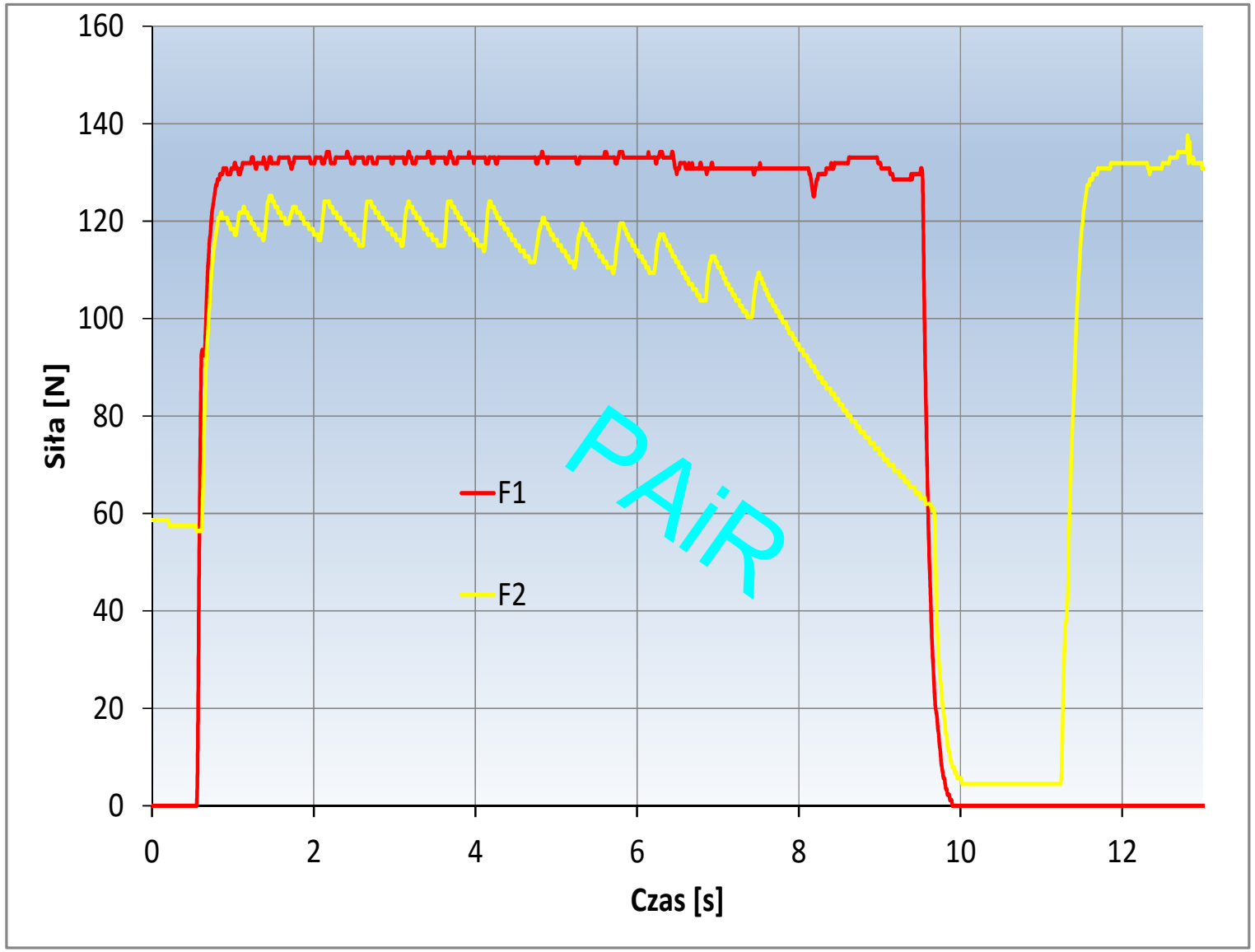
PAR



9. utworzenie pliku rejestracji np.: nazwa.txt
10. równoczesne włączenie układu pneumatycznego (poprzez zawór zasilający) W1 oraz programu rejestrującego.
11. rejestracja wartości ciśnień – zasilania S1 oraz sprężania S4 oraz rejestracja przemieszczenia tłoczysk
12. po osiągnięciu przez siłownik maksymalnego wysunięcia następuje wyłączenie zaworu W1 a włączenie zaworu W2, odpowiadającego za powrót układu do pozycji wyjściowej.
13. zatrzymanie rejestracji po wykonaniu pełnego cyklu pracy przez układu.
14. import zarejestrowanych danych do arkusza kalkulacyjnego i opracowanie wyników.

PAiR


500
400
300
200
100
0
Ciśnienie [kPa]
0,12
0,1
0,08
0,06
0,04
0,02
0
Skok [m]
0
2
4
6
8
10
12
Czas [s]
S1
S4
H2
PAiR


160
140
120
100
80
60
40
20
0
Siła [N]
0
2
4
6
8
10
12
Czas [s]
F1
F2
PAiR

PAiR