

UNIWERSYTET MORSKI**Gdynia dnia 2025-05-05****Katedra Podstaw Techniki****Laboratorium Automatyki – dynamika**

Instrukcja ćwiczenia

Ćwiczenie nr	2
Temat:	Hydraulika Elektrohydraulika
Stanowisko laboratoryjne	Hydraulika
Opracował:	A. Mielewczyk

UNIWERSYTET MORSKI**Katedra Podstaw Techniki****Laboratorium Automatyki**

Instrukcja ćwiczenia nr 2

Temat: Hydraulika – zawory, schematy, projekty

Elektrohydraulika – zawory, schematy, sterowanie

1. Cel ćwiczenia:

Celem ćwiczenia jest poznanie prostych układów hydraulicznych, elementów sterowania oraz metody symulacji i kontroli układów. Na stanowisku dostępny jest system zasilania hydraulicznego, siłowniki tłokowe oraz obrotowe, zawory sterowania oraz systemy sterowania elektrycznego i cyfrowego. Projektowany układ zapisujemy w programie **FluidSIM** i symulujemy pracę systemu. Za pomocą przetwornika analogowo-cyfrowego **EasyPort** łączymy projekt z układem rzeczywistym.

2. Zakres wymaganych wiadomości:

- budowa układu zasilania hydraulicznego,
- budowa siłowników roboczych i kontrola pozycji, prędkości przesuwu i ciśnienia,
- budowa zaworów sterowania hydraulicznego,
- sygnały sterujące ręczne, mechaniczne, cyfrowe i analogowe,
- elementy sterowania monostabilne i bistabilne,
- układy sterowania bezpośredniego i pośredniego,
- projektowanie systemów w programie FluidSIM,
- przetwornik analogowo-cyfrowy, wybór kanału pomiarowego i rejestracja sygnału.

3. Przebieg ćwiczenia:

Połączyć wskazany układ na stanowisku hydraulicznym, utworzyć projekt w programie FluidSIM, przetestować układ rzeczywisty, wykonać symulację cyfrową, połączyć projekt z układem rzeczywistym. Sprawdzić poprawność pracy układu.

4. Stanowisko laboratoryjne:

Stanowisko modułowe hydrauliki z układem pompowym, program FluidSIM i przetwornik analogowo-cyfrowy EasyPort.

5. Sprawozdanie z ćwiczenia:

Część wstępna, opis elementów i zaworów sterowania, wydruk schematów, opis funkcji i sterowania.

Stanowisko - Hydraulika

Spis treści

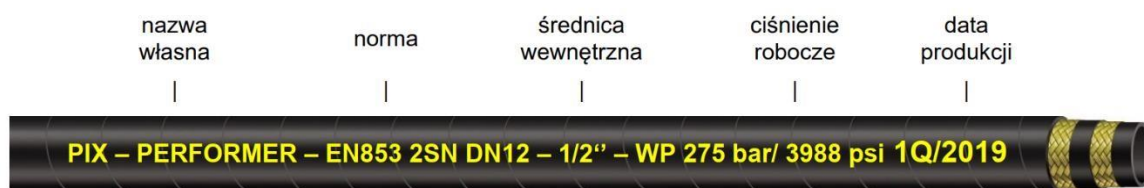
Instrukcja ćwiczenia nr 2.....	2
1. Wprowadzenie.....	4
1.1 Przewody hydrauliczne	4
1.2 Układy zasilania hydraulicznego	7
1.3 Zawory hydrauliczne.....	13
1.4 Hydrauliczne zawory nastawialne ręcznie	18
1.5 Napędy hydrauliczne.....	25
1.6 Hydrauliczne zawory sterujące przepływem	29
1.7 Zasady ogólne stosowane w układach hydraulicznych.....	39
2. Elektrohydraulika	42
3. Stanowisko laboratoryjne do hydrauliki	42
3.1 Program FluidSIM – wybrane elementy	43
3.2 Sterowanie cyfrowe układem technicznym	51
4. Przebieg ćwiczenia	52
Spis ilustracji.....	53

1. Wprowadzenie

Układy hydrauliczne mają szerokie zastosowanie w systemach siłowych, dysponują dużo większą siłą od układów pneumatycznych. Czynnikiem roboczym w układach hydraulicznych jest **olej hydrauliczny**. Czynnik roboczy doprowadzamy i odprowadzamy przewodami zasilania zakończonymi szybkozłączką. Każde uszkodzenie przewodu jest związane z wyciekami oleju na zewnątrz.

1.1 Przewody hydrauliczne

Hydraulika siłowa pracuje na ciśnieniach roboczych w zakresie 0-500 bar i wyższych. Typowe zakresy ciśnień nominalnych pracy układów hydraulicznych to: 10-65 bar, 100-350 bar, 400-600 bar i wyżej. Dokręcanie śrub na głowicach silników wolnoobrotowych wymaga ciśnienia 1500bar Projektując układ hydrauliczny oraz dobierając jego podzespoły należy poruszać się w obrębie jednego zakresu ciśnienia nominalnego.

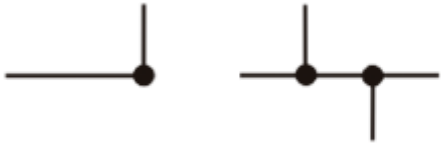


Rys. 1.1 Przykład oznakowania przewodu elastycznego hydrauliki siłowej

Przewody robocze na schematach rysuje się linią ciągłą, natomiast przewody układów sterowania rysuje się linią przerywaną. Połączenia czy rozgałęzienia przewodów zaznacza się wyraźnie kropką na przecięciu linii.

Tabela 1.1 Podstawowe symbole graficzne – przewody i łączniki

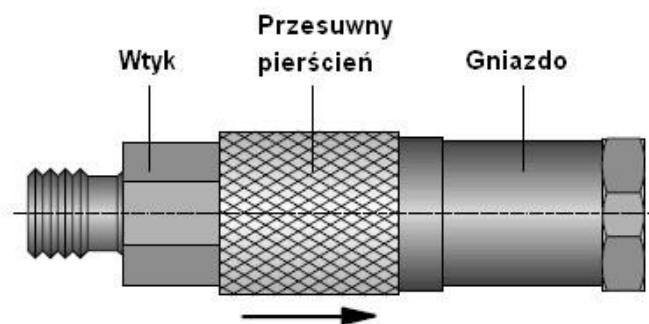
	Przewód: • roboczy, • zasilania sterowania, • powrotny, • elektryczny.
	Przewód: • sygnału sterowania (wewnętrzny i zewnętrzny), • odprowadzenia przecieków wewnętrznych (spustowy albo odpowietrzający). Filtr: położenie chwilowe
	Obrysowanie dwóch lub więcej symboli elementów funkcjonalnych stanowiących zespół w obrębie jednego urządzenia.

	Elementy mechaniczne (wał, dźwignia, tłoczek).
	Przykłady połączenia przewodów lub kanałów.
	Skrzyżowanie przewodów lub kanałów bez połączenia.
	Przewód giętki, elastyczny (zwykle łączący części ruchome).

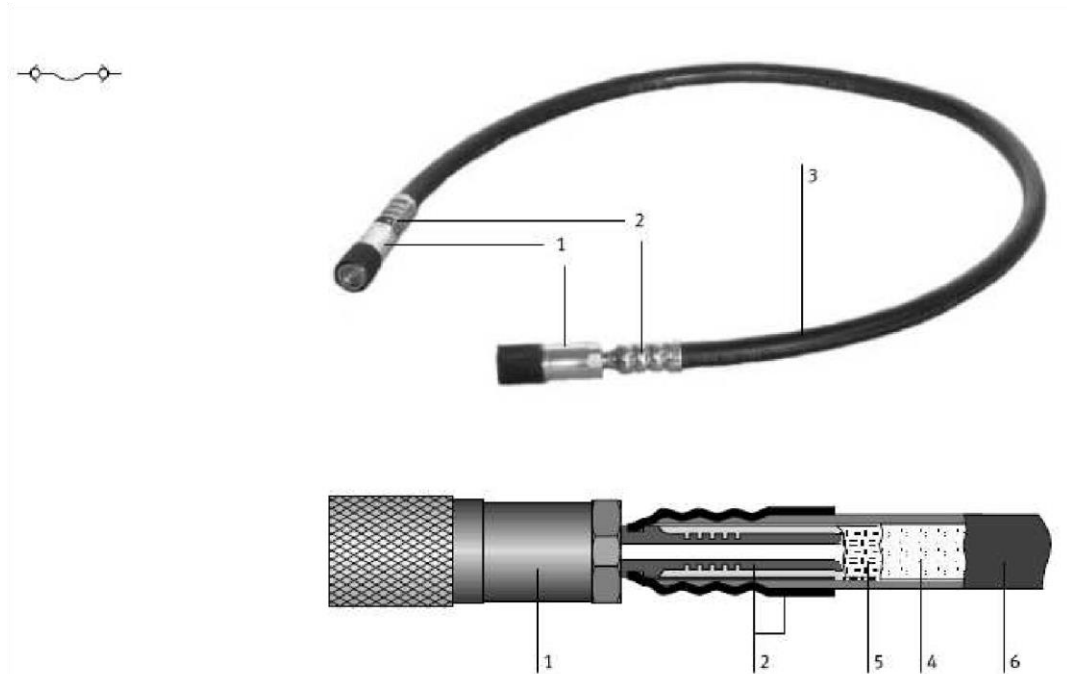
Szybkozłączka

Wszystkie elementy hydrauliczne są wyposażone w szybkozłączki. Zostały one zaprojektowane w ten sposób, aby umożliwić łatwe łączenie i rozłączanie elementów hydraulicznych minimalizując jednocześnie wycieki oleju hydraulicznego.

Szybkozłączka składa się z gniazda i wtyku. Połączenie następuje przez wsunięcie na wtyk gniazda. Przesuwany pierścień umożliwia zablokowanie i zabezpieczenie połączenia.



Rys. 1.2 Szybkozłączka przewodu hydraulicznego



Rys. 1.3 Przewód hydrauliczny: 1 - wtyk szybkozłącza, 2 - zakucie, 3 - przewód wysokociśnieniowy, 4 - opłot przewodu, 5 - wewnętrzny przewód, 6 - płaszcz ochronny

Przewód wysokociśnieniowy 3 cechuje się trójwarstwową budową. Część wewnętrzna przewodu 5 wykonana jest z gumy syntetycznej. Drugą warstwę stanowi metalowy opłot 4 i jest on osłonięty płaszczem ochronnym 6 wykonanym z odpornej na ścieranie gumy syntetycznej. Oba wtyki szybkozłączy 1 są zamknięte w przypadku odłączenia. Te wtyki zapewniają szczelność połączenia w połączeniu z gniazdem szybkozłączy. Aby połączyć elementy szybkozłączy należy wsunąć osiowo gniazdo na wtyk szybkozłączy do momentu aż nastąpi zatrzaśnięcie radełkowanej tulejki. W celu rozłączenia szybkozłączy należy odciągnąć tulejkę. Wówczas sprężyny znajdujące się w elementach szybkozłączy rozdzielą wtyk od gniazda. Tylko czołowa część szybkozłączy ma w czasie łączenia złącza kontakt z cieczą hydrauliczną.

Uwagi eksploatacyjne

- Połączenie i rozłączenie szybkozłączy powinno być przeprowadzane wyłącznie przy zerowym ciśnieniu cieczy hydraulicznej w przewodach.
- W celu wydłużenia czasu eksploatacji należy zadbać o to, aby przewody nie były skręcone w czasie budowy układu hydraulicznego i aby nie przekraczać minimalnego promienia gięcia przewodu i temperatury pracy.

Przechowywanie i eksploatacja przewodów giętkich podlega poniższym zaleceniom:

- Maksymalny czas przechowywania przewodów nie zakutych wynosi 4 lata a przewodów z zakuciami 2 lata.
- Przewody (uwzględniając maksymalnie dwuletni czas przechowywania) nie powinny być używane dłużej niż 6 lat.
- Oznaczenia przewodów umożliwiają odczytanie daty produkcji (kwartał i rok), np. 1 Q 99.
- Zakucia przewodów są oznaczane datą produkcji (miesiąc i rok), np. 10 99

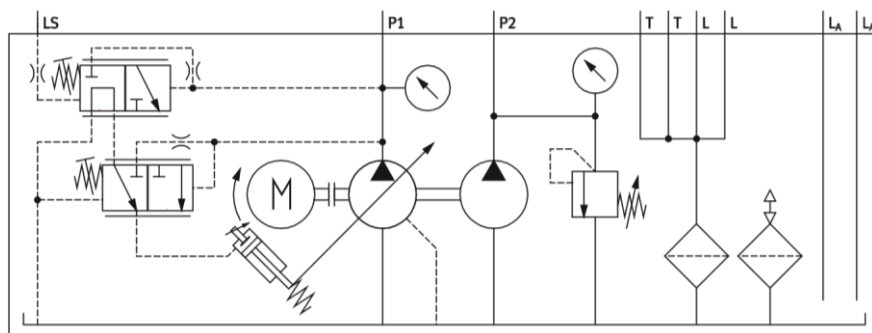
- Zakucia są oznaczane ich maksymalnym ciśnieniem pracy.

Tabela 1.2 Dane techniczne przewodów hydraulicznych firmy FESTO

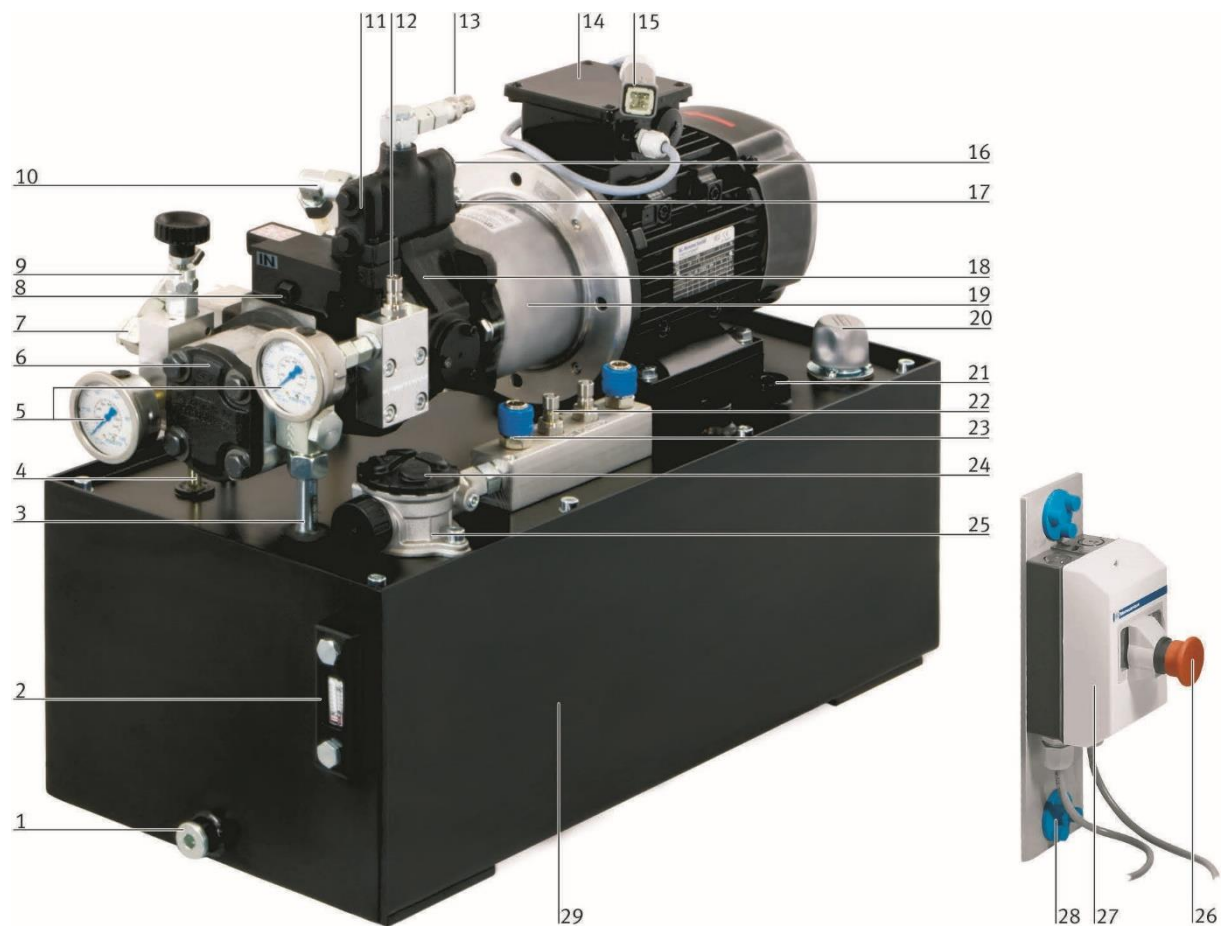
Wersja przewodu	152960	152970	159386	158352
Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)			
Długość przewodu	600 mm	1000 mm	1500 mm	3000 mm
Wielkość nominalna	6 mm			
Ciśnienie robocze	6 MPa (60 bar)			
Max. dozwolone ciśnienie	12 MPa (120 bar)			
Zakres temperatury pracy	-40° ... 120° C			
Minimalny promień gięcia	100 mm			
Połączenie	szybkozłączka: 2 wtyki			

1.2 Układy zasilania hydraulicznego

Energię do układu zapewnia moduł pompowy, który zapewnia stałe ciśnienie na zasilaniu. Pomy hydrauliczne mogą być o stałej wydajności i zmiennej wydajności z regulacją ciśnienia np. poprzez zawór przelewowy lub układ regulacji.



Rys. 1.4 Schemat hydraulicznego układu pompowego z dwiema pompami o zmiennej wydajności i stałej wydajności



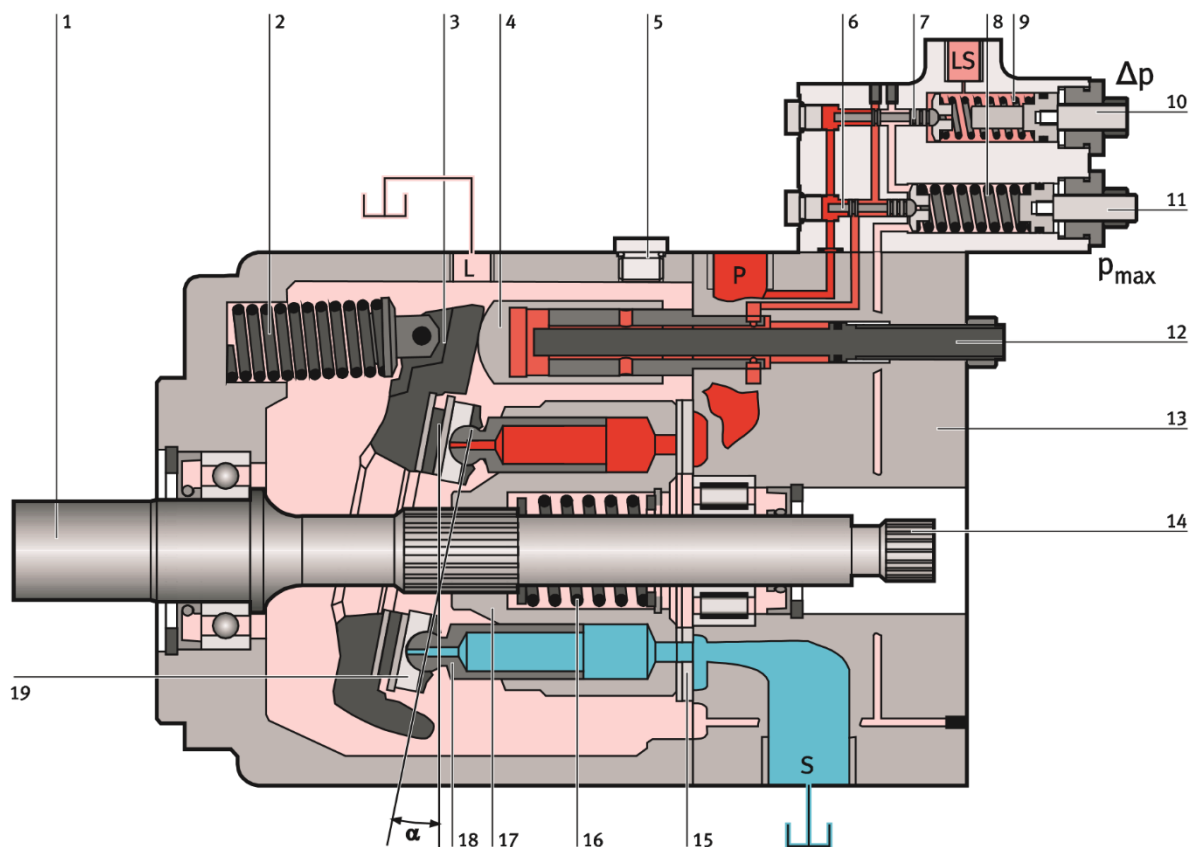
Rys. 1.5 Hydrauliczny układ pompowy, którego schemat widoczny powyżej

1 Korek spustowy zbiornika, 2 Wskaźnik poziomu oleju z termometrem, 3 Przewód ssący pompy zębatej, 4 Przewód zbiornika, 5 Manometr, 6 Pompa zębata, 7/12 Port zasilania ciśnieniem (P), 8 Ogranicznik szybkości podawania, 9 Zawór bezpieczeństwa pompy zębatej, 10 Przewód wypływowy pompy tłokowej osiowej, 11 Sterownik pompy, 13 Przyłącze przewodu pomiarowego obciążenia, 14 Silnik elektryczny, 15 Złącze wtykowe, 16 Śruba regulacyjna wzrostu ciśnienia, 17 Śruba regulacyjna maksymalnego ciśnienia, 18 Pompa tłokowa osiowa, 19 Korpus, 20 Filtr odpowietrzający, 21 Przyłącze zbiornika pomiarowego wylotowego, 22 Przyłącze zbiornika (T), 23 Przyłącze przewodu powrotnego beciśnieniowego, 24 Pokrywa filtra powrotnego, 25 Filtr powrotny, 26 Wyłącznik z przyciskiem grzybkowym, 27 Jednostka operacyjna, 28 System montażowy jednostki operacyjnej, 29 Zbiornik

Pompa tłokowa osiowa

Blok cylindrów 17 jest wprawiany w ruch obrotowy przez wał napędowy 1. Tłoki 18 w bloku cylindrów obracają się na płycie swash 3. Tłoki są utrzymywane przez ślizgi tłokowe 19, które mogą je również wyciągać z bloku tłokowego.

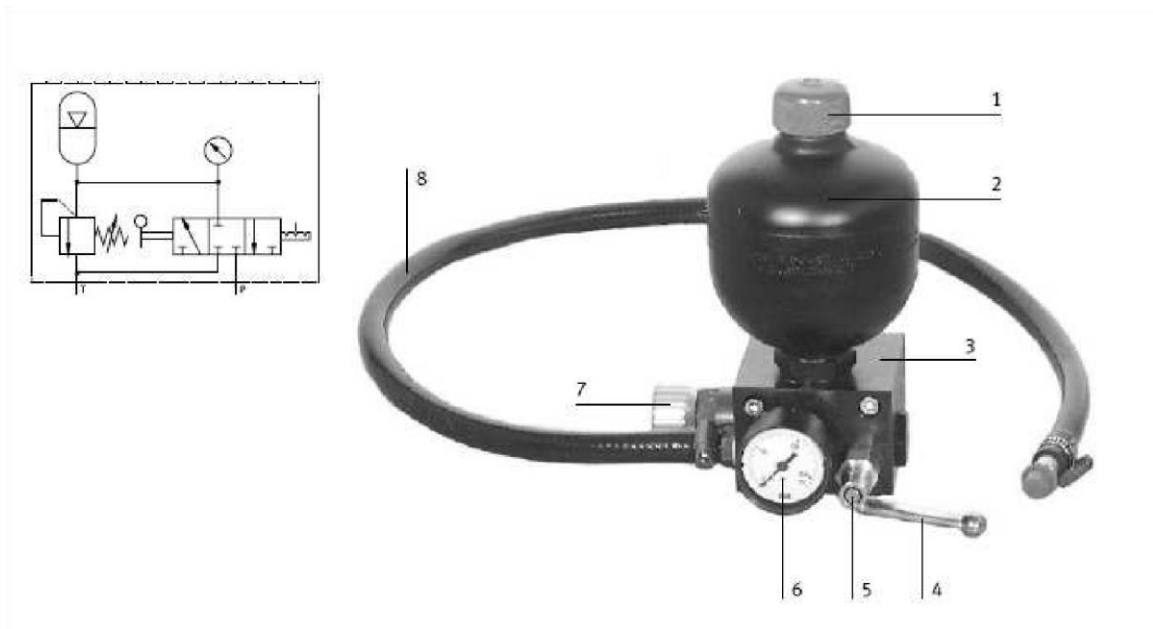
Jeżeli płyta swash 3 jest prostopadła do wału napędowego, tłoki obracają się bez żadnego ruchu wzdłużnego. Żaden olej hydrauliczny nie jest zasysany ani wypychany. Ta pozycja jest określana jako zerowa długość skoku. Jeżeli płyta swash obraca się na zewnątrz, kąt α staje się większy, a ruch wzdłużny tłoków wzrasta. Olej hydrauliczny jest zatem zasysany w dolnej części i wypychany w górnej części. Kąt α określa wydajność pompy. Płyta swash jest regulowana przez tłok regulacyjny 4 w połączeniu ze sprężyną ściskającą 2.



Rys. 1.6 Przekrój pompy tłokowej osiowej z regulatorem pompy wykrywającym obciążenie i portami LS, P, S, L, należący do układu pompowego powyżej

1 Wał napędowy, 2/8/9/16 Sprężyny ściskające, 3 Płyta skośna, 4 Tłok regulacyjny, 5 Przyłącze odpowietrzające i napełniające, 6 Tłok do regulacji maksymalnego ciśnienia, 7 Tłok do regulacji wzrostu ciśnienia, 10 Śruba regulacyjna wzrostu ciśnienia, 11 Śruba regulacyjna maksymalnego ciśnienia, 12 Ogranicznik szybkości podawania, 13 Obudowa pompy, 14 Wał napędowy pompy zębatej, 15 Podstawka zaworu, 17 Blok cylindrów, 18 Tłok, 19 Ślizg tłoka

Hydroakumulator z blokiem hydraulicznym



Rys. 1.7 Hydroakumulator: 1- zawór gazowy, 2- pojemnik ciśnieniowy, 3- blok hydrauliczny, 4- rozdzielacz 3/3 sterowany ręcznie (zawór odcinający), 5- króciec ciśnieniowy, 6- manometr, 7- zawór ciśnieniowy, 8- króciec przelewowy

Hydroakumulator jest montowany na bloku hydraulicznym zawierającym dodatkowy obwód zabezpieczający. Element jest przymocowywany do płyty profilowej przy pomocy śrub z nakrętkami młotkowymi.

Pojemnik ciśnieniowy 2 może być zapełniany olejem przez króciec ciśnieniowy 5 w przypadku, gdy zawór odcinający 4 jest otwarty. Powoduje to sprężenie gazu oddzielonego od cieczy hydraulicznej przy pomocy membrany. W przypadku obniżenia ciśnienia w króćcu ciśnieniowym 4 sprężony gaz rozpręża się wytlaczając zmagazynowaną wcześniej w pojemniku ciśnieniowym 2 ciecz. Objętość zmagazynowanej w pojemniku cieczy odpowiada zmianie objętości gazu występującą pomiędzy minimalnym ciśnieniem roboczym a ciśnieniem występującym w danej chwili w układzie. Bieżąca wartość ciśnienia jest wskazywana na manometrze 6. Zawór ciśnieniowy 7 zabezpiecza przed przekroczeniem w hydroakumulatorze bezpiecznego ciśnienia. Zawór gazowy 1 umożliwia, w razie potrzeby, przy użyciu przyrządu testowo – uzupełniającego (092491) na sprawdzenie wartości ciśnienia wstępnego naładowania hydroakumulatora i ewentualne skorygowanie jego wartości.

Przed fizycznym odłączeniem szybkozłącza przewodu od króćca ciśnieniowego należy przy pomocy zaworu odcinającego 4 odłączyć hydroakumulator od układu i rozładować ciśnienie znajdujące się w pojemniku ciśnieniowym do króćca zlewowego 8. Należy się również upewnić, że w trakcie użytkowania hydroakumulatora króciec zlewowy 8 jest podłączony do linii przelewowej zasilacza hydraulicznego.

Do uzupełnienia gazu w hydroakumulatorze należy używać wyłącznie AZOTU.

Nigdy nie można używać w tym celu tlenu. Może skutkować to wystąpieniem ryzyka wybuchu.

Uwagi związane z napełnianiem hydroakumulatora

Ciśnienie ładowania akumulatora, (szacunkowe) $p_0 = 0.9 \cdot p_1$

Ciśnienie ładowania akumulatora, (minimalne) $p_{0min} = 0.25 \cdot p_2$

Ciśnienie ładowania akumulatora, (maksymalne) $p_{0max} = 0.25 \cdot p_{max}$

Ciśnienie ładowania akumulatora, (zależne od temperatury)

$$p_{0Temp} = \frac{temp\ napełnienia}{temp\ pracy}$$

p_0 - ciśnienie ładowania akumulatora

p_1 – minimalne ciśnienie robocze

p_2 – maksymalne ciśnienie robocze

p_{max} – maksymalne dozwolone ciśnienie robocze

Przykład

Minimalne ciśnienie robocze $p_1 = 11\text{ bar}$

Maksymalne ciśnienie robocze $p_2 = 40\text{ bar}$

Maksymalne dozwolone ciśnienie robocze $p_{max} = 120\text{ bar}$

Ciśnienie ładowania akumulatora, (szacunkowe)

$$p_0 = 0.9 \cdot 11\text{ bar} = 10\text{ bar}$$

Ciśnienie ładowania akumulatora, (minimalne)

$$p_{0min} = 0.25 \cdot 40\text{ bar} = 10\text{ bar}$$

Ciśnienie ładowania akumulatora, (maksymalne)

$$p_{0max} = 0.25 \cdot 120\text{ bar} = 30\text{ bar}$$

Tabela 1.3 Dane techniczne hydroakumulatora

Medium	Gaz: Azot Ciecz: Olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)
Max. dozwolone ciśnienie robocze	12 MPa (120 bar)
Ciśnienie wstępnego ładowania akumulatora	1 MPa (10 bar)
Objętość nominalna	0,32 dm ³
Nastawa	ręczna
Działanie	hydrauliczne
Połączenie	szybkozłącze: 1 wtyk P 1 wtyk niebieskie szybkozłącze TS do zasilacza hydraulicznego

Manometr hydrauliczny



Rys. 1.8 Manometr hydrauliczny z szybkozłączką wtyk A i gniazdo B

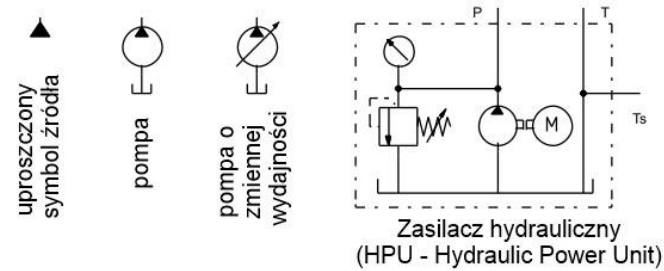
Manometr w zestawie przystosowany jest do użycia w każdym punkcie układu hydraulicznego i pozwala na pomiar ciśnienia. Wyposażony jest w szybkozłączkę wtyk A i gniazdo B. Ciśnienie odczytujemy jako przemieszczenie wskazówki na manometrze. W celu zabezpieczenia przed drganiami i uszkodzeniem wskazówki jak również przed skropleniem i wpływem wody manometr jest wypełniony gliceryną

Tabela 1.4 Dane techniczne manometru

Medium	olej mineralny, zalecany wsp. lepkości 22cSt (mm^2/s)
Dokładność	1,6 % zakresu pomiarowego
Zakres wskazań	10 MPa (100 bar)
Ciśnienie robocze	statycznie: 3/4 zakresu pomiarowego dynamicznie 2/3 zakresu pomiarowego
Ciecz tłumiąca	gliceryna
Działanie	hydraulicznie przez rurkę Bourdona
Połączenie	szybkozłącze: wtyk / gniazdo

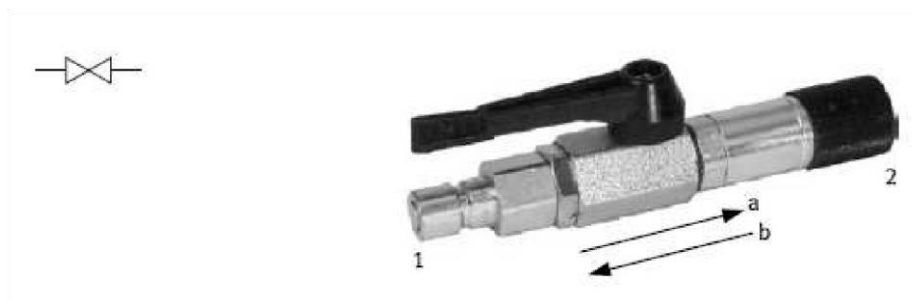
Schematy układów hydraulicznych rysuje się zgodnie z przyjętą, umowną symboliką. Każdemu elementowi przedstawianemu na schemacie odpowiada symbol graficzny, który wyraża funkcję, jaką spełnia on w układzie. Symbol graficzny nie obrazuje konstrukcji ani też rozmiaru elementu. Symbole graficzne elementów hydraulicznych ujęte zostały w normach.

Znajomość symboliki zawartej w normach jest podstawą czytania i tworzenia schematów układów pneumatycznych i hydraulicznych. Normy dopuszczają stosowanie dwóch rodzajów symboli graficznych. Wyróżnia się symbole uproszczone i symbole szczegółowe. Jeżeli nie ma potrzeby dostarczania informacji o specyfice działania poszczególnego elementu, wówczas stosowane są symbole uproszczone. Znajomość symbolu szczegółowego pozwala w niektórych przypadkach na odczytanie właściwości danego elementu.



Rys. 1.9 Symbolika układów zasilania hydraulicznego stosowana w schematach funkcjonalnych

1.3 Zawory hydrauliczne



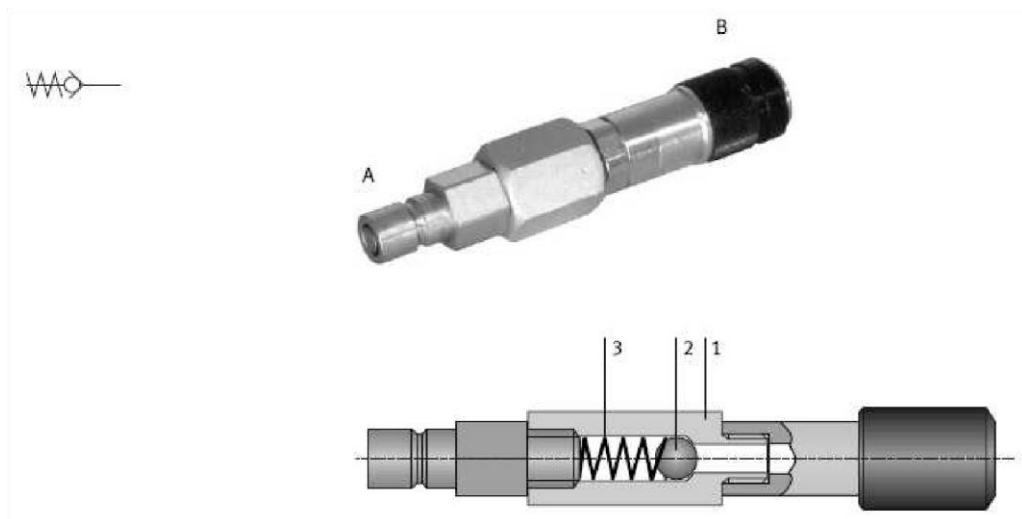
Rys. 1.10 Ręczny zawór odcinający z szybkozłączką, wtyk A i gniazdo B

Zawór odcinający może być zainstalowany w dowolnym punkcie układu i umożliwia zamknięcie przepływu cieczy hydraulicznej. Aby zminimalizować przecieki w trakcie podłączania należy otworzyć zawór odcinający.

Tabela 1.5 Dane techniczne zaworu ręcznego

Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)
Ciśnienie robocze	6 MPa (60 bar)
Max. dozwolone ciśnienie	12 MPa (120 bar)
Działanie	ręczne
Połączenie	szybkozłaczce: wtyk / gniazdo

Hydrauliczny zawór zwrotny



Rys. 1.11 Zawór zwrotny, 1 - obudowa zaworu, 2 - kulka zaworu zwrotnego, 3 - sprężyna, wtyk A, gniazdo B

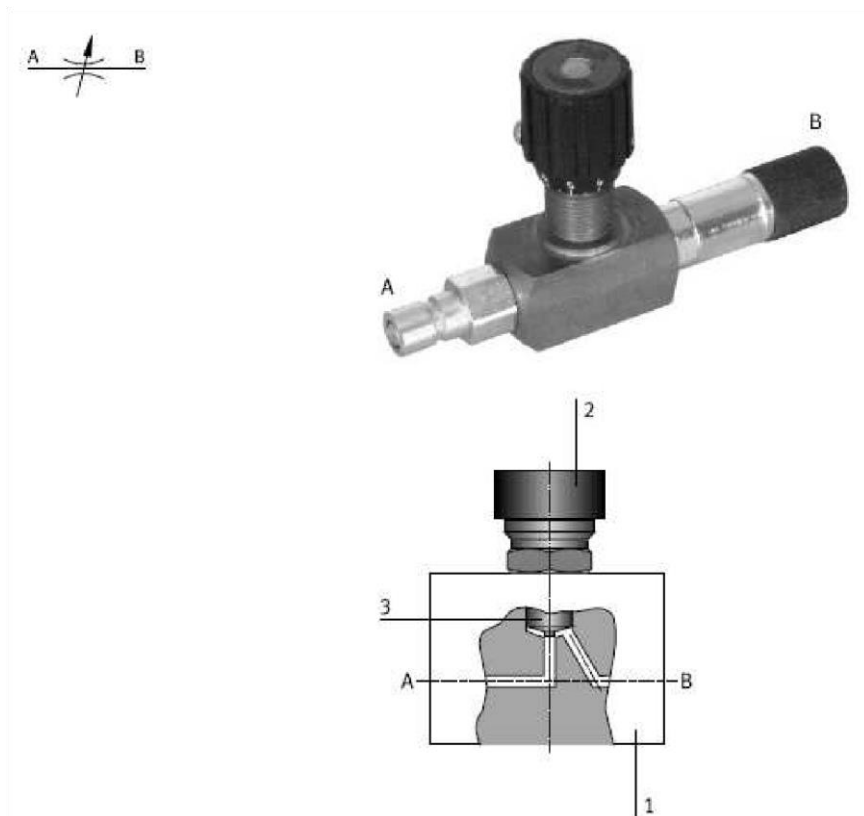
Zawór zwrotny uniemożliwia przepływ cieczy w jednym kierunku umożliwiając swobodny przepływ w przeciwnym kierunku. W pozycji zamkniętej sprężyna 3 dociska kulkę zaworu zwrotnego 2 do gniazda zaworu. Przepływ rozpoczyna się, gdy ciśnienie w kierunku przepływu przekroczy ok. 1 bar bądź 5 bar. Następuje wtedy odepchnięcie kulki zaworu zwrotnego 2 i ugięcie sprężyny 3. Przed odłączeniem zaworu zwrotnego w układzie należy rozładować ciśnienie.

Na stanowisku laboratoryjnym są węże hydrauliczne w kolorze niebieskim z końcówką zaworu zwrotnego.

Tabela 1.6 Dane techniczne zaworu zwrotnego

Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)	
Ciśnienie robocze	6 MPa (60 bar)	
Max. dozwolone ciśnienie	12 MPa (120 bar)	
Ciśnienie otwarcia	0,1 MPa (1 bar)	0,5 MPa (5 bar)
Działanie	hydrauliczne	
Połączenie	szybkoszłącze: wtyk / gniazdo	

Hydrauliczny zawór dławiący



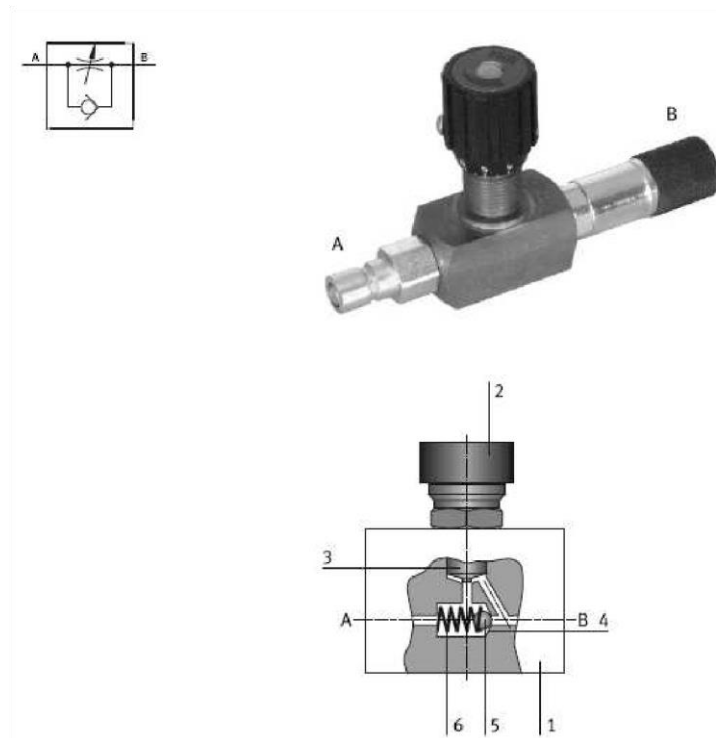
Rys. 1.12 Zawór dławiący, 1 - obudowa zaworu, 2 - pokrętko, 3 - element dławiący, wtyk A, gniazdo B

W obu kierunkach, z A do B i z B do A ciecz hydrauliczna przepływa przez element dławiący 3. Wielkość szczeliny w elemencie dławiącym może być regulowana przy pomocy pokrętki 2.

Tabela 1.6 Dane techniczne zaworu dławiącego

Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)
Ciśnienie robocze	6 MPa (60 bar)
Max. dozwolone ciśnienie	12 MPa (120 bar)
Nominalne natężenie przepływu	9 l/min
Działanie	ręczne
Połączenie	szybkoszłącze: wtyk / gniazdo

Hydrauliczny zawór dławiąco-zwrotny



Rys. 1.13 Zawór dławiąco zwrotny: 1 - obudowy zaworu, 2 - pokrętło, 3 - element dławiący, 4 - gniazdo zaworu zwrotnego, 5 - kulka zaworu zwrotnego, 6 - sprężyna, wtyk A, gniazdo B

Zawór dławiąco zwrotny jest kombinacją zaworu dławiącego i zaworu zwrotnego. Ciecz hydrauliczna przepływając z wtyku A do gniazda B płynie przez element dławiący 3. Wielkość szczeliny w elemencie dławiącym może być regulowana przy pomocy pokrętła 2. Gniazdo zaworu zwrotnego jest zamknięte przez kulkę 5 dociśniętą sprężyną 6. W przeciwnym kierunku przepływ następuje przez otwarty zawór zwrotny bez dławienia.

Tabela 1.7 Dane techniczne zaworu dławiąco-zwrotnego

Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)
Ciśnienie robocze	6 MPa (60 bar)
Max. dozwolone ciśnienie	12 MPa (120 bar)
Nominalne natężenie przepływu	9 l/min
Ciśnienie otwarcie	70 kPa (0,7 bar)
Działanie	ręczne
Połączenie	szybkozłącze: wtyk / gniazdo

Trójnik



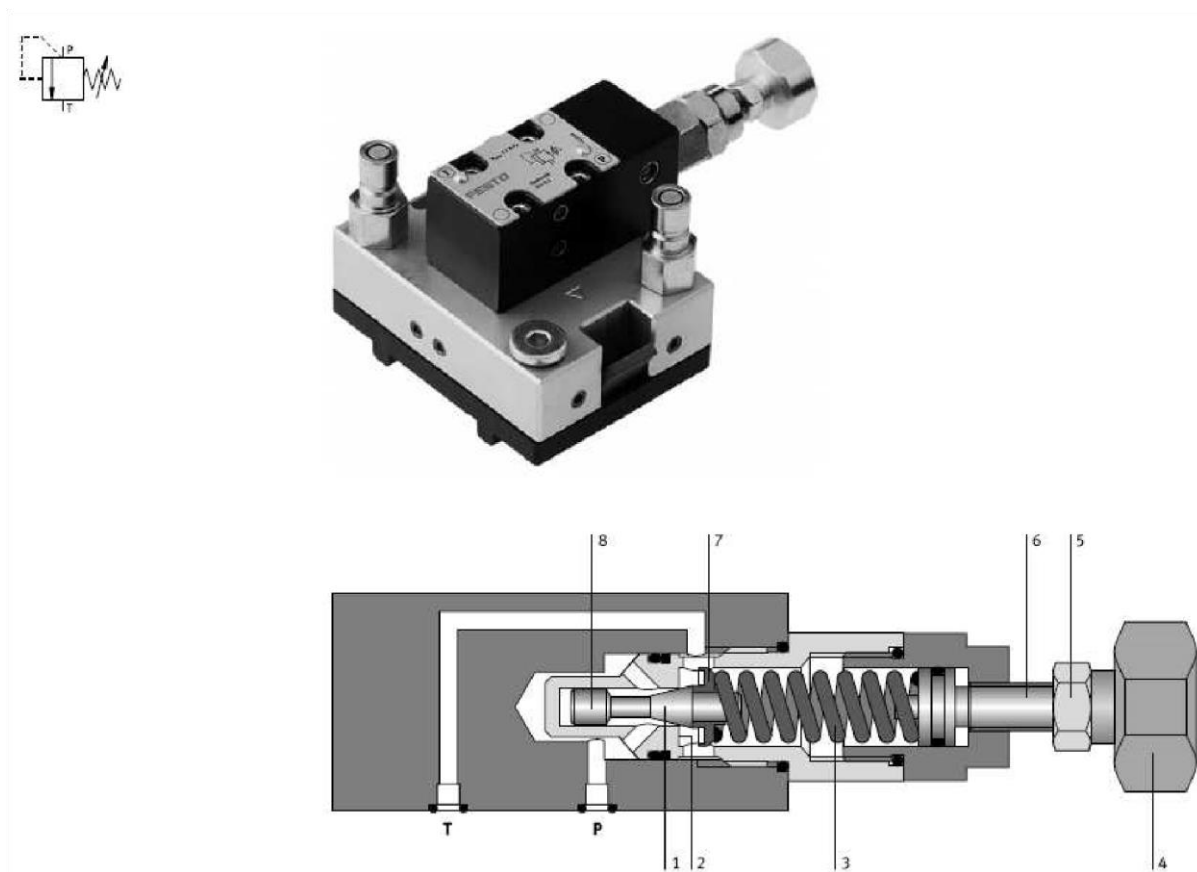
Rys. 1.14 Trójnik hydrauliczny: 1 – wtyk; 2, 3 gniazdo)

Element może być podłączony w dowolnym punkcie układu hydraulicznego w celu stworzenia odgałęzienia. Przed odłączeniem zaworu zwrotnego z układu należy rozładować ciśnienie.

Tabela 1.8 Dane techniczne trójnika

Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)
Ciśnienie robocze	6 MPa (60 bar)
Max. dozwolone ciśnienie	12 MPa (120 bar)
Połączenie	szybkozłącze: wtyk / gniazdo

1.4 Hydrauliczne zawory nastawialne ręcznie

Zawór przelewowy, zawór sekwencyjny

Rys. 1.15 Zawór przelewowy: 1 - stożek sterujący, 2 - gniazdo zaworu, 3 - sprężyna, 4 - pokrętło, 5 - nakrętka kontruująca, 6 - śruba regulacyjna, 7 - podparcie sprężyny, 8 - tłoczek tłumiący.

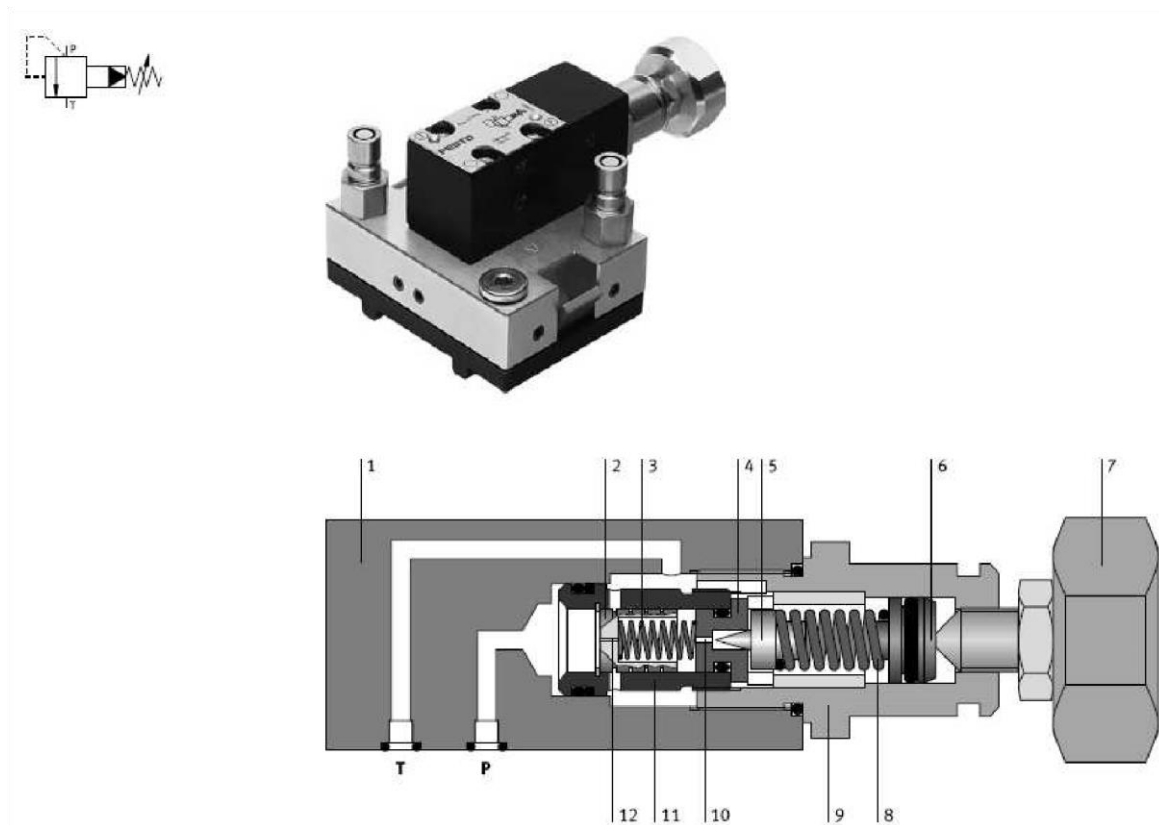
Zawór przelewowy jest montowany na płycie stanowiska przy pomocy uchwytu i jest wyposażony w dwa wtyki szybkozłączny hydraulicznych. Używany jako zawór przelewowy, zawór ten ogranicza ciśnienie w króćcu roboczym P dzięki temu, że nadmiar cieczy jest odprowadzana do zbiornika króćcem roboczym T.

Używany jako zawór sekwencyjny, zawór ten podłącza zasilanie do odbiornika przyłączonego do króćca roboczego T gdy ciśnienie w króćcu roboczym P przekroczy nastawioną wartość. Jest to zawór normalnie zamknięty. Jeśli siła powstała w wyniku oddziaływania różnicy ciśnień na odpowiednie powierzchnie w króćcach roboczych P i T pokona siłę rozwijaną przez sprężynę stożka sterującego 1 otworzy przepływ przez gniazdo zaworu 2 i ciecz hydrauliczna popłynie do króćca roboczego T. Zawór zamknie się w wyniku zmniejszenia ciśnienia w króćcu roboczym P. Tłoczek tłumiący podobnie do pochłaniacza energii zapewnia większą stabilność.

Króćce robocze zaworu są oznaczone literami: P - króciec zasilający, T - króciec spływowy, podłączenie do zbiornika.

Tabela 1.9 Dane techniczne zaworu przelewowego

Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)
Ciśnienie robocze	6 MPa (60 bar)
Max. dozwolone ciśnienie	12 MPa (120 bar)
Nastawa	ręczna
Działanie	hydrauliczne
Połączenie	szybkozłącze: 2 wtyki

Zawór przelewowy dwustopniowy

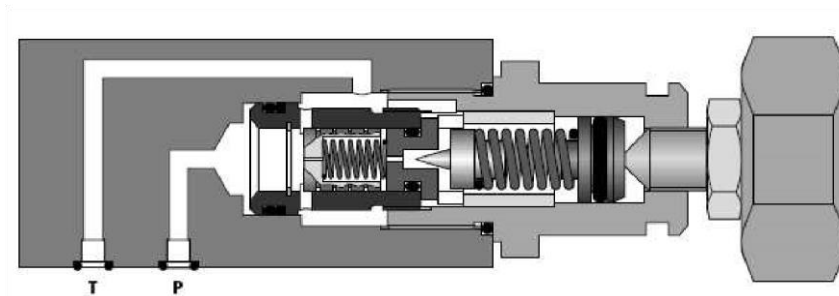
Rys. 1.16 Zawór przelewowy dwustopniowy: 1- obudowa, 2- tłoczek główny, 3- sprężyna, 4- gniazdo zaworu sterującego stożka sterującego 5, 6- podparcie sprężyny, 7- śruba regulacyjna z nakrętką kontruującą, 8- sprężyna, 9- obudowy kartridża, 10- zwężka głównego suwaka sterującego 11

Zawór przelewowy jest montowany na płycie przyłączeniowej przy pomocy uchwytu i jest wyposażony w dwa wtyki szybkozłączy hydraulicznych. Zawór przelewowy dwustopniowo ogranicza ciśnienie w króćcu roboczym P. Główny stopień zaworu jest sterowany przy pomocy małego natężenia przepływu w stopniu sterującym. Umożliwia to kontrolowanie znacznie większych natężeń przepływu niż to jest możliwe w przypadku zaworów jednostopniowych.

Po przedostaniu się cieczy z króćca sterującego P przez zwężki 10 i 12 ciśnienie oddziałuje na stożek sterujący 5. Ciśnienie znajdujące się w komorze sprężyny 3 blokuje przepływ cieczy przez zamknięcie tłoczka głównego 2. Natomiast, jeśli nastąpi wzrost ciśnienia w króćcu roboczym P, a tym samym w komorze sprężyny 3 powyżej wartości nastawionej przy pomocy

sprężyny 8 to spowoduje to odsunięcie stożka sterującego 5 od gniazda zawory sterującego 4 i wypływ cieczy z komory sprężyny. Spowoduje to zachwianie równowagi ciśnień po obu stronach tłoczka głównego 2 i otwarcie drogi dla wypływu cieczy ze stopnia głównego. W przypadku zmniejszenia ciśnienia w króćcu roboczym P a tym samym zrównaniu go z ciśnieniem nastawionym przy pomocy sprężyny 8 nastąpi zamknięcie przepływu przez szczelinę otwartą przez tłoczek główny 2.

Króćce robocze zaworu są oznaczone literami: P - króciec zasilający, T - króciec spływowy, podłączenie do zbiornika

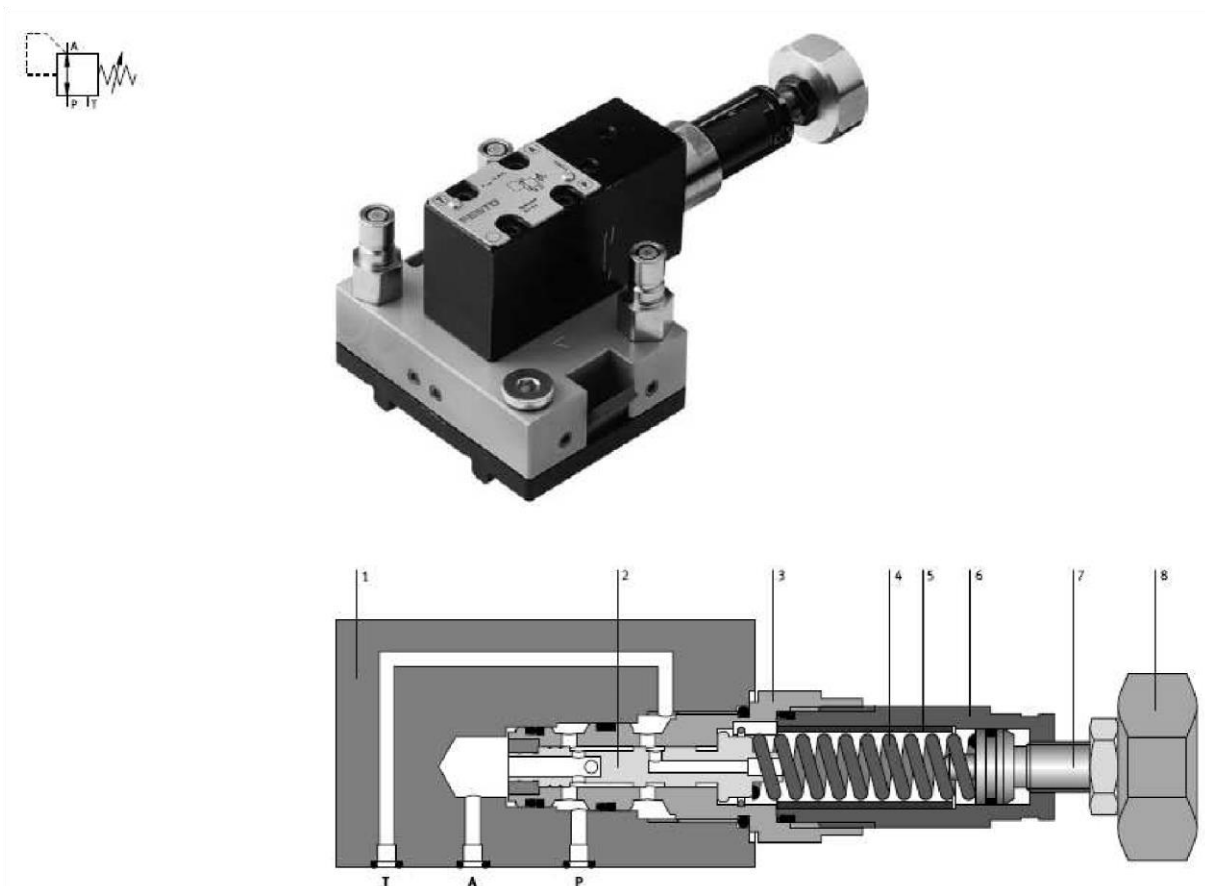


Rys. 1.17 Otwarcie stopnia głównego zaworu przelewowego dwustopniowego

Tabela 1.10 Dane techniczne zaworu przelewowego dwustopniowego

Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)
Ciśnienie robocze	6 MPa (60 bar)
Max. dozwolone ciśnienie	12 MPa (120 bar)
Nastawa	ręczna
Działanie	hydrauliczne
Połączenie	szybkozłącze: 2 wtyki

Zawór redukcyjny trójdrogowy



Rys. 1.18 Zawór redukcyjny trójdrogowy: 1- obudowa, 2- tłoczek, 3- obudowa kartridża, 4- sprężyna, 5- element prowadzący pokrywy kartridża 6 podparcia sprężyny, 7- śruba regulacyjna z nakrętką kontrującą, 8- pokrętło.

Zawór redukcyjny trójdrogowy jest montowany na płycie przyłączeniowej przy pomocy uchwyty i jest wyposażony w trzy wtyki szybkozłączny hydraulicznych. Zadaniem zaworu redukcyjnego trójdrogowego jest zapewnienie stałego ciśnienia w króćcu roboczym A i zabezpieczenie przed wahaniami ciśnienia zasilania i zmianami obciążenia podłączonego do zaworu aktuatora. Zawór ten jest kombinacją zaworu przelewowego i zaworu redukcyjnego.

Ciśnienie znajdujące się w króćcu roboczym A oddziałuje na powierzchnię tłoczka 2 i przeciwdziała sile sprężyny 4. Siła ta może być zmieniona przy pomocy śruby regulacyjnej 7 obracanej pokrętłem 8. W chwili osiągnięcia w króćcu roboczym A zadanego ciśnienia tłoczek 2 ustawiony jest w takim położeniu, że odłączone są od niego króćce P i T. Tłoczek znajduje się w środkowym położeniu. Jeśli nastąpi spadek ciśnienia w króćcu roboczym A sprężyna 4 przesunie tłoczek 2 tak, że olej z króćca roboczego P zasili odbiornik. Jeśli nastąpi wzrost ciśnienia w króćcu roboczym A sprężyna 4 ugnie się i przesunie tłoczek 2 tak, że nadwyżka oleju będzie mogła spłynąć do króćca powrotnego T.

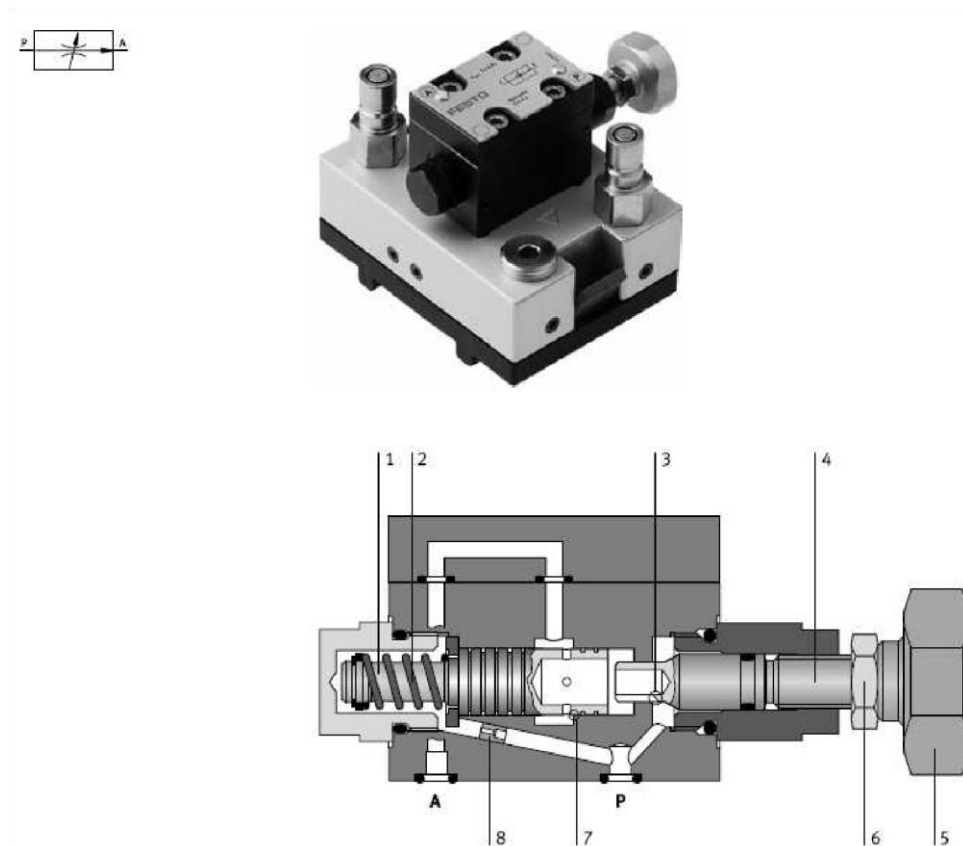
Króćce robocze zaworu są oznaczone literami: A – króciec roboczy, P - króciec zasilający, T - króciec powrotny, podłączenie do zbiornika

Tabela 1.11 Dane techniczne zaworu redukcyjnego trójdrogowego

Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)
--------	--

Ciśnienie robocze	6 MPa (60 bar)
Max. dozwolone ciśnienie	12 MPa (120 bar)
Nastawa	ręczna
Działanie	hydrauliczne
Połączenie	szybkozłącze: 3 wtyki

Hydrauliczny regulator natężenia przepływu



Rys. 1.19 Regulator natężenia przepływu: 1- tłoczek sterujący, 2- sprężyna, 3- dławik regulowany, 4- śruba nastawcza, 5- śruba regulacyjna z nakrętką kontruującą 6, 7- sterowany suwak dławiający, 8- zwężka

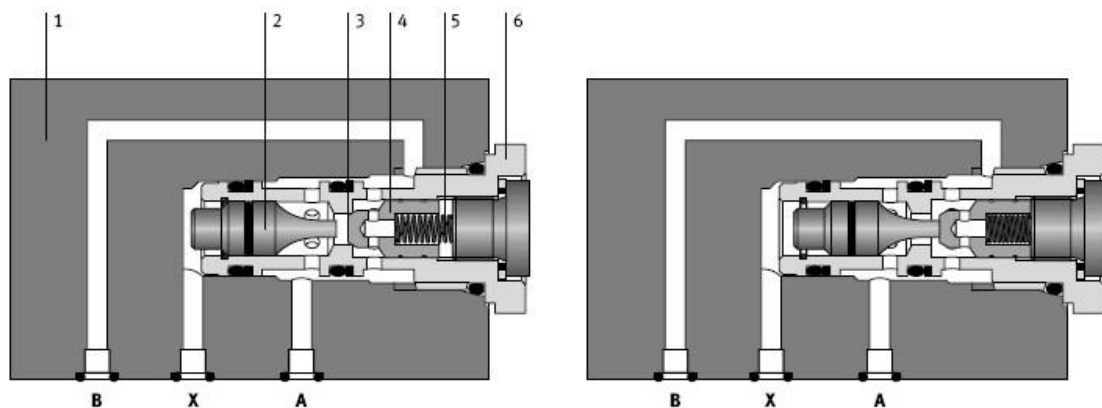
Regulator natężenia przepływu jest montowany na płycie przyłączeniowej przy pomocy uchwyty i jest wyposażony w dwa wtyki szybkozłączy hydraulicznych. Regulator natężenia przepływu zapewnia stały strumień natężenia przepływu niezależnie od ciśnienia obciążającego odbiornik.

Ciśnienie jest dostarczane na lewą stronę tłoczka sterującego 1 do komory sprężyny 2 przez zwężkę 8. W tym samym czasie olej z króćca zasilającego P przez nastawiany opór hydrauliczny 3 przedostaje się na prawą stronę tłoczka sterującego, a stamtąd do króćca roboczego A. Ciśnienie po stronie regulowanego dławika jest mniejsze niż ciśnienie w króćcu zasilającym P jak również mniejsze niż ciśnienie w komorze ze sprężyną.

Króćce robocze zaworu są oznaczone literami: P - króciec zasilający, T - króciec powrotny, podłączenie do zbiornika.

Tabela 1.12 Dane techniczne regulatora natężenia przepływu

Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)
Ciśnienie robocze	6 MPa (60 bar)
Max. dozwolone ciśnienie	12 MPa (120 bar)
Nastawa	ręczna
Działanie	hydrauliczne
Połączenie	szybkozłaczne: 2 wtyki

Zawór zwrotny sterowany

Rys. 1.20 Zawór zwrotny sterowany: 1- blok obudowy, 2- tłoczek sterujący, 3- gniazdo zaworu, 4- suwak zaworu, 5- sprężyna podtrzymująca suwak, 6- obudowa zaworu

Zawór zwrotny, sterowany jest montowany na płycie przyłączeniowej przy pomocy uchwyty i jest wyposażony w trzy wtyki szybkozłaczy hydraulicznych. Hydraulicznie sterowany zawór zwrotny używany jest w przypadku konieczności szczelnego zamknięcia przepływu w jednym kierunku B→A. W odróżnieniu od zwykłego zaworu zwrotnego istnieje możliwość kontrolowanego otwarcia przepływu w kierunku zaporowym. Odbywa się to przez podanie sygnału ciśnieniowego do portu X.

Suwak zaworu 4 jest dociskany do stożkowego gniazda zaworu 3 przy pomocy sprężyny 5. Dopóki ciśnienie w komorze A przekracza wartość ciśnienia w komorze B suwak zaworu 4 odsuwa się od gniazda i otwarty jest przepływ z króćca A do B. Przepływ w przeciwnym kierunku jest zamknięty suwakiem zaworu 4, dociśniętym do gniazda zaworu 3

siłą sprężyny oraz siłą powstałą w wyniku oddziaływania wysokiego ciśnienia znajdującego się w króćcu B. Ta część zaworu zachowuje się jak zwykły zawór zwrotny.

W celu umożliwienia przepływu cieczy w kierunku zaporowym ciśnienie podane do króćca sterującego X musi być większe od iloczynu ciśnienia w króćcu roboczym B i relacji pomiędzy powierzchnią suwaka zaworu 4 a powierzchnią czynną tłoczka sterującego. Dopiero w takich warunkach może nastąpić odepchnięcie suwaka zaworu 4 od gniazda 3.

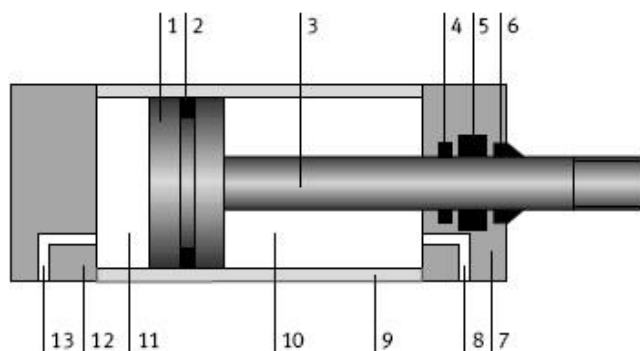
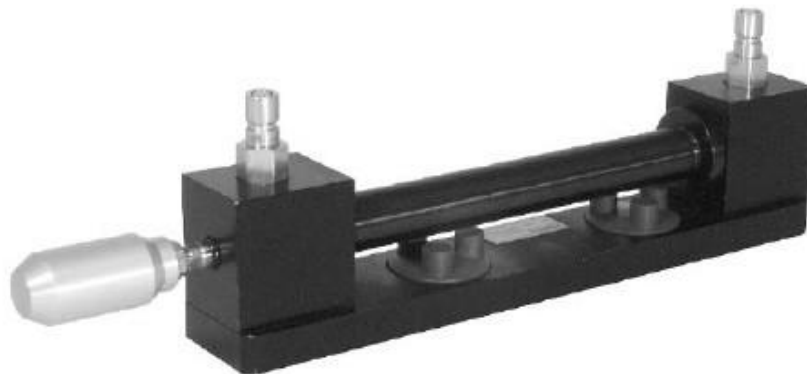
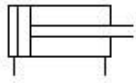
Króćce robocze zaworu są oznaczone literami: A i B – króćce robocze, X – króciec sterujący

W trakcie podłączanie zaworu zwrotnego, sterowanego do układu mogą wystąpić problemy z dołączeniem przewodu z szybkozłączem do króćca roboczego B. W czasie podłączania szybkozłącza konieczne jest usunięcie cieczy poza wtyk szybkozłącza. Jednak ciecz nie może się przedostać przez hermetyczne uszczelnienie zaworu zwrotnego, sterowanego. Aby rozwiązać ten problem należy zasilić port X niskim ciśnieniem (~5 bar). Powinno to spowodować otwarcie zaworu zwrotnego, sterowanego i tym samym umożliwić łatwe podłączenie przewodu z szybkozłączem do króćca roboczego B.

Tabela 1.13 Dane techniczne zaworu zwrotnego sterowanego

Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)
Ciśnienie robocze	6 MPa (60 bar)
Max. dozwolone ciśnienie	12 MPa (120 bar)
Działanie	hydrauliczne (3,3 : 1)
Połączenie	szybkozłącze: 3 wtyki

1.5 Napędy hydrauliczne

Siłownik hydrauliczny dwustronnego działania

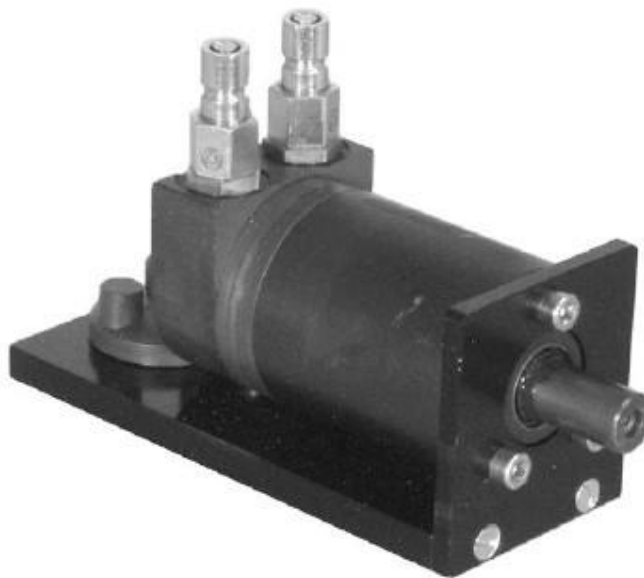
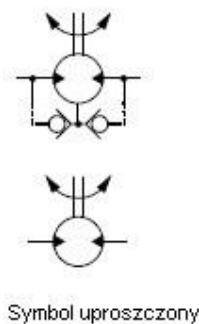
Rys. 1.21 Siłownik hydrauliczny dwustronnego działania: 1- tłok, 2- element uszczelniający i prowadzący tłok, 3- tłoczyisko, 4- prowadzenie tłoczyiska, 5- uszczelnienie tłoczyiska, 6- pierścień zgarniający, 7- pokrywa przednia cylindra, 8 i 13- króćce przyłączeniowe, 9- rura cylindra, 10- komora tłoczyiska, 11- komora tłokowa, 12- pokrywa tylna cylindra

Siłownik dwustronnego działania może być wyposażony w krzywkę przełączającą i dwa zaczepy mocujące i może być montowany na płycie montażowej. Pewne połączenie elementu z płytą profilową jest gwarantowane przez system śrubowy składający się z dwóch kompletów montażowych. Komora tłokowa 11 zostaje przez króciec przyłączeniowy dołączona do linii pod ciśnieniem. Oddziaływanie ciśnienia przez powierzchnię tłoka powoduje powstanie siły wprawiającej siłownik w ruch. To z kolei powoduje wytłoczenie oleju z komory tłoczyiskowej przez króciec przyłączeniowy 8. W przypadku, gdy siłownik ma zostać wycofany to komora tłoczyiskowa 10 zostaje dołączona przez króciec przyłączeniowy 8 do linii pod ciśnieniem. Wytłaczany olej z komory tłokowej wypływa przez króciec przyłączeniowy 13. Uszczelnienie tłoka 2 oddziela od siebie obie komory siłownika, podczas gdy dodatkowy element zapewnia właściwe prowadzenie tłoka w cylindrze. Uszczelnienie tłoczyiska 5 zabezpiecza otoczenie przed wyciekami oleju z komory tłoczyiskowej 10. Pierścień zgarniający 6 utrzymuje czystość tłoczyiska uniemożliwiając tym samym uszkodzenie uszczelnienia tłoczyiska 5 przez zewnętrzne zanieczyszczenia. Element prowadzący tłoczyisko 4 podtrzymuje i prowadzi ten element w trakcie ruchu.

Tabela 1.14 Dane techniczne siłownika

Wersja siłownika	152857	184489	184488
Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)		
Średnica tłoka	16 mm		
Średnica tłoczyska	10 mm, M8		
Skok	200 mm	300 mm	400 mm
Ciśnienie robocze	6 MPa (60 bar)		
Max. dozwolone ciśnienie	12 MPa (120 bar)		
Połączenie	szybkoszłącze: 2 wtyki		

Silnik hydrauliczny

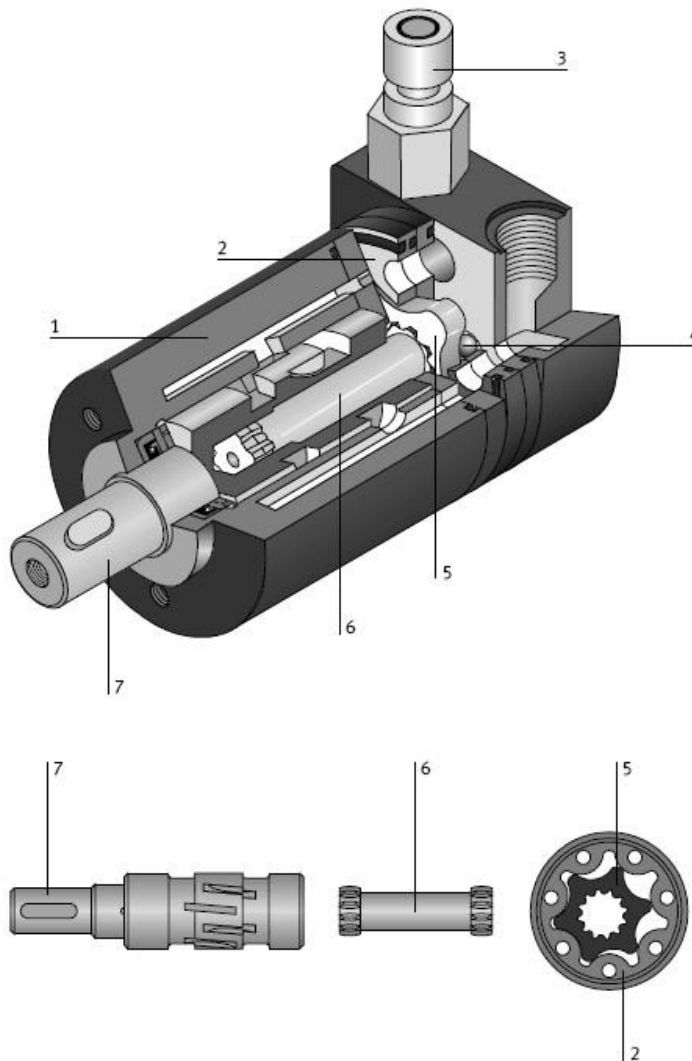


Rys. 1.22 Silnik hydrauliczny

Silnik hydrauliczny można mocować do płytki pośredniej, a następnie do płyty profilowej przy pomocy systemu śrubowego składającego się z pojedynczego kompletu montażowego.

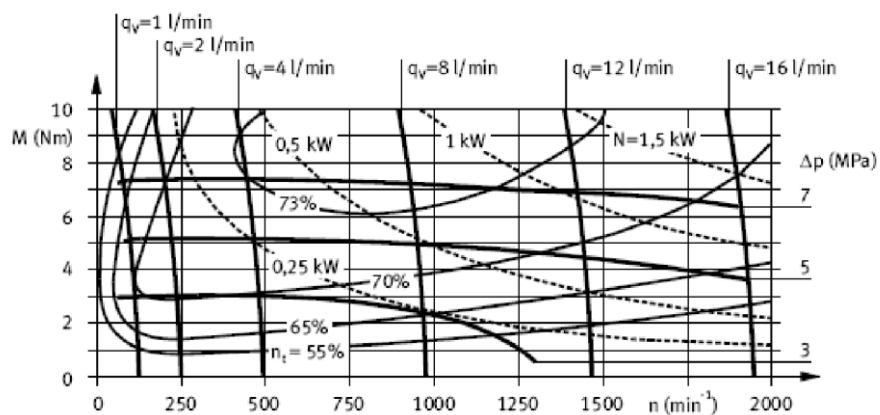
Zmiana kierunku obrotów wału wyjściowego związana jest ze zmianą kierunku przepływu cieczy przez silnik. Ciecz hydrauliczna dostarczana do jednego z przyłączy wprowadza w ruch koło zębate o zazębieniu zewnętrznym 5, które za pośrednictwem wału kardana 6 przekazuje moment obrotowy na wałek wyjściowy 7. Sekwencyjne przełączanie komór roboczych do króćców wysokiego i niskiego ciśnienia jest sterowane przy pomocy kanału zbiorczego i kanałów sterujących wykonanych w obudowie. Przecieki występujące w silniku

są podłączane do króćca 3 będącego w danej chwili podłączonego do niskiego ciśnienia przy pomocy zaworu przełączającego 4.



Rys. 1.23 Budowa silnika hydraulicznego: 1- obudowa z kanałami sterującymi, 2- nieruchome koło zębate o zazębieniu wewnętrznym, 3- przyłącza, 4- zawór przełączający, 5- koło zębate o zazębieniu zewnętrznym, 6- wał kardana, 7- wał wyjściowy z wpustem

Istnieje możliwość dołączenia do silnika hydraulicznego prądnicy tachometrycznej i zbudowania z tego zestawu przepływomierza. Przed zmontowaniem tego urządzenia konieczne jest wkręcenie trzpienia pośredniczącego w wałek wyjściowy silnika.



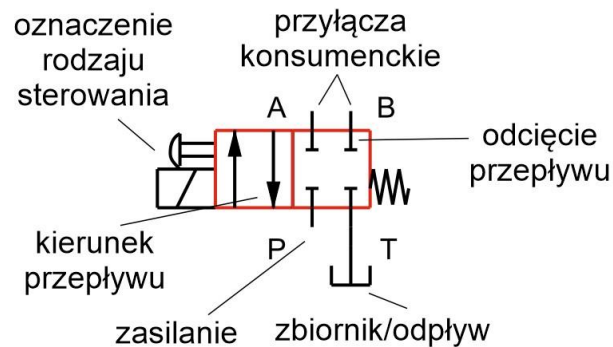
Rys. 1.24 Charakterystyka silnika hydraulicznego moment – prędkość obrotowa

Tabela 1.15 Dane techniczne silnika hydraulicznego

Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)	
Chłonność silnika	8.2 cm ³	
Ciśnienie robocze	6 MPa (60 bar)	
Max. dozwolone ciśnienie robocze	12 MPa (120 bar)	
Max dozwolone ciśnienie w linii spływowej	5 MPa (50 bar)	
Max prędkość obrotowa	1950 min ⁻¹	
Walek wyjściowy	φ 16 x 28, A5 x 5 DIN 6885	
Max dozwolone obciążenie wałka	Promieniowe	1600 N
	Osiowe	800 N
Połączenie	szybkoszłącze: 2 wtyki	

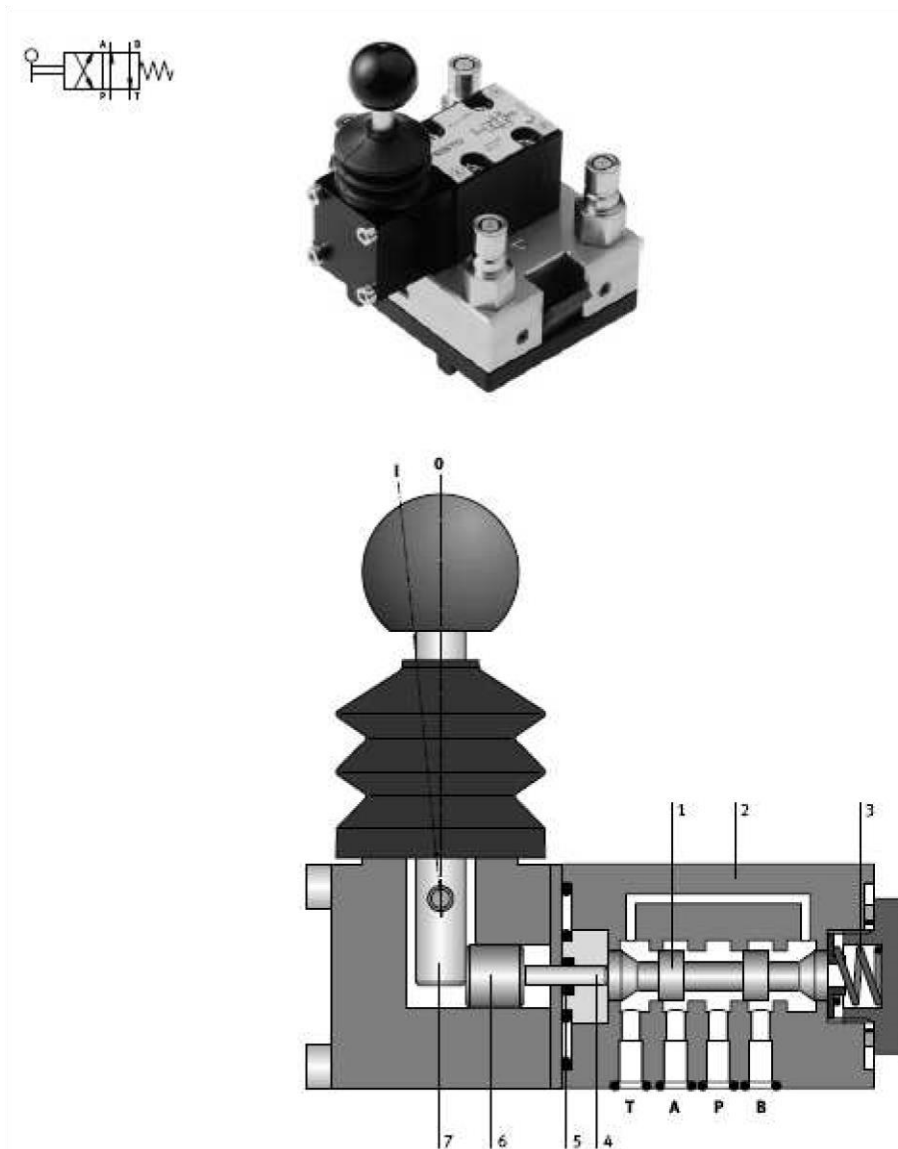
1.6 Hydrauliczne zawory sterujące przepływem

Przepływem oleju hydraulicznego sterują zawory rozdzielające. Symbol zaworu zawsze zawiera liczbę dróg przepływu, liczbę położeń zaworu oraz sterowanie zaworem. Każdy zawór przedstawia się jako układ kwadratów, przy czym poszczególne kwadraty określają położenie elementu sterującego (stan zaworu rozdzielającego). Liczba dróg przepływu w kwadracie wskazuje, ile dróg zawiera zawór rozdzielający. Linie wskazują połączenie między przyłączami, a strzałki - kierunek przepływu czynnika roboczego.



Rys. 1.25 Symbolika stosowana w schematach funkcjonalnych zaworu

Rozdzielacz 4/2 sterowany ręcznie



Rys. 1.26 Rozdzielacz hydrauliczny 4/2 ręcznie sterowany: 1- suwak sterujący, 2- obudowa, 3- sprężyna, 4- popychacz, 5- tuleja prowadząca, 6- suwak pośredniczący, 7- dźwignia

Rozdzielacz hydrauliczny 4/2 jest montowany na płycie przyłączeniowej przy pomocy uchwyty i jest wyposażony w cztery wtyki szybkozłączy hydraulicznych.

Rozdzielacz służy do sterowania kierunkiem przepływu cieczy w układzie hydraulicznym i jest sterowany ręcznie. W wyniku oddziaływania siły sprężyny suwak sterujący automatycznie jest wycofywany do położenia normalnego. Suwak sterujący 1 jest przesuwany do pozycji normalnej za pomocą sprężyny 3 powodującej za pośrednictwem popychacza 4 przemieszczenie suwaka pośredniczącego 6 i dźwigni 7. Rozdzielacz jest uszczelniony przez właściwą współpracę uszczelnień suwliwych zainstalowanych w tulei prowadzącej 5 z popychaczem 4. Powyższy przekrój przedstawia normalny stan z otwartym przepływem z króćca roboczego P do A i z B do T. Położenie zapewniające połączenie króćca roboczego P z B i A z T jest osiągnięte w wyniku przesunięcia dźwigni 7. W takim przypadku

suwak pośredniczący 6 przesuwając popychacz 4) oddziałuje na suwak 1 i ugina sprężynę 3. To położenie suwaka nie jest podtrzymywane – zwolnienie dźwigni spowoduje wycofanie suwaka do położenia normalnego.

Króćce rozdzielacza są oznaczone literami: A i B – króćce robocze, P – króciec zasilający, T – króciec przelewowy, podłączenie do zbiornika.

Tabela 1.16 Dane techniczne rozdzielacz 4/2

Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)
Ciśnienie robocze p	60 bar (6 MPa)
Maksymalne dopuszczalne ciśnienie p _{MAX}	120 bar (12 MPa)
Nastawa	Ręczna
Połączenie	4 wtyki szybkozłączny

Rozdzielacz 4/3 sterowany ręcznie o położeniu środkowym - przelew do zbiornika

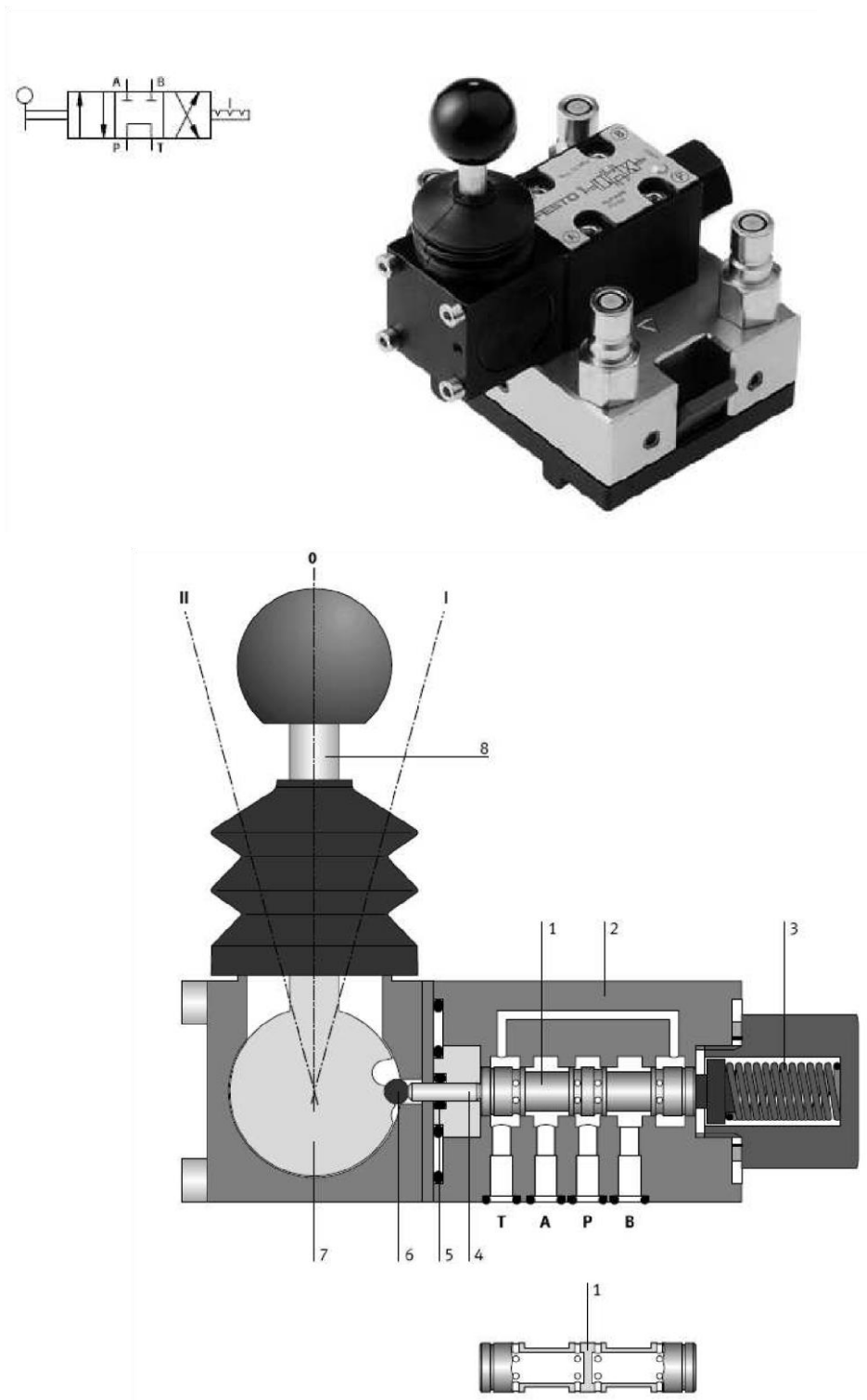
Rozdzielacz hydrauliczny 4/3 jest montowany na płycie przyłączeniowej przy pomocy uchwyty i jest wyposażony w cztery wtyki szybkozłączny hydraulicznych.

Rozdzielacz służy do sterowania kierunkiem przepływu cieczy w układzie hydraulicznym i jest sterowany ręcznie. Suwak rozdzielacza może zatrzymać się w każdym z trzech wyróżnionych położen. Charakterystycznym dla tego rozdzielacza, poza sposobem sterowania jest fakt połączenia (w położeniu środkowym) króćca zasilającego P z króćcem powrotnym T.

W wyniku oddziaływania sprężyny 3 suwak sterujący 1 jest dociskany do mimośrod 7 za pośrednictwem popychacza 4 i wałeczka pośredniczącego 6. Komora z mimośrodem jest oddzielona od komory przelewowej T za pomocą uszczelnień suwliwych zainstalowanych pomiędzy tuleją prowadzącą 5 a popychaczem 4. Wałeczek pośredniczący 6 we współpracy z nacięciami wykonanymi w mimośrodku zapewnia zatrzaśnięcie mechanizmu w jednym z trzech wyróżnionych położen.

Przekrój przedstawia stan z otwartym przepływem z króćca roboczego P do T i zamkniętymi króćcami A i B. Położenie zapewniające połączenie króćców roboczych P z A jest osiągane w wyniku przesunięcia dźwigni 8 do położenie II. W takim przypadku króciec roboczy P zostanie połączony z króćcem A przez rowek wykonany pierścieniowo w suwaku 1. Równocześnie króciec B przez analogiczny pierścieniowy rowek w suwaku zostanie połączony z króćcem przelewowym T. Przesunięcie dźwigni 8 w położenie I spowoduje odpowiednio połączenie króćców roboczych P i B oraz A i T.

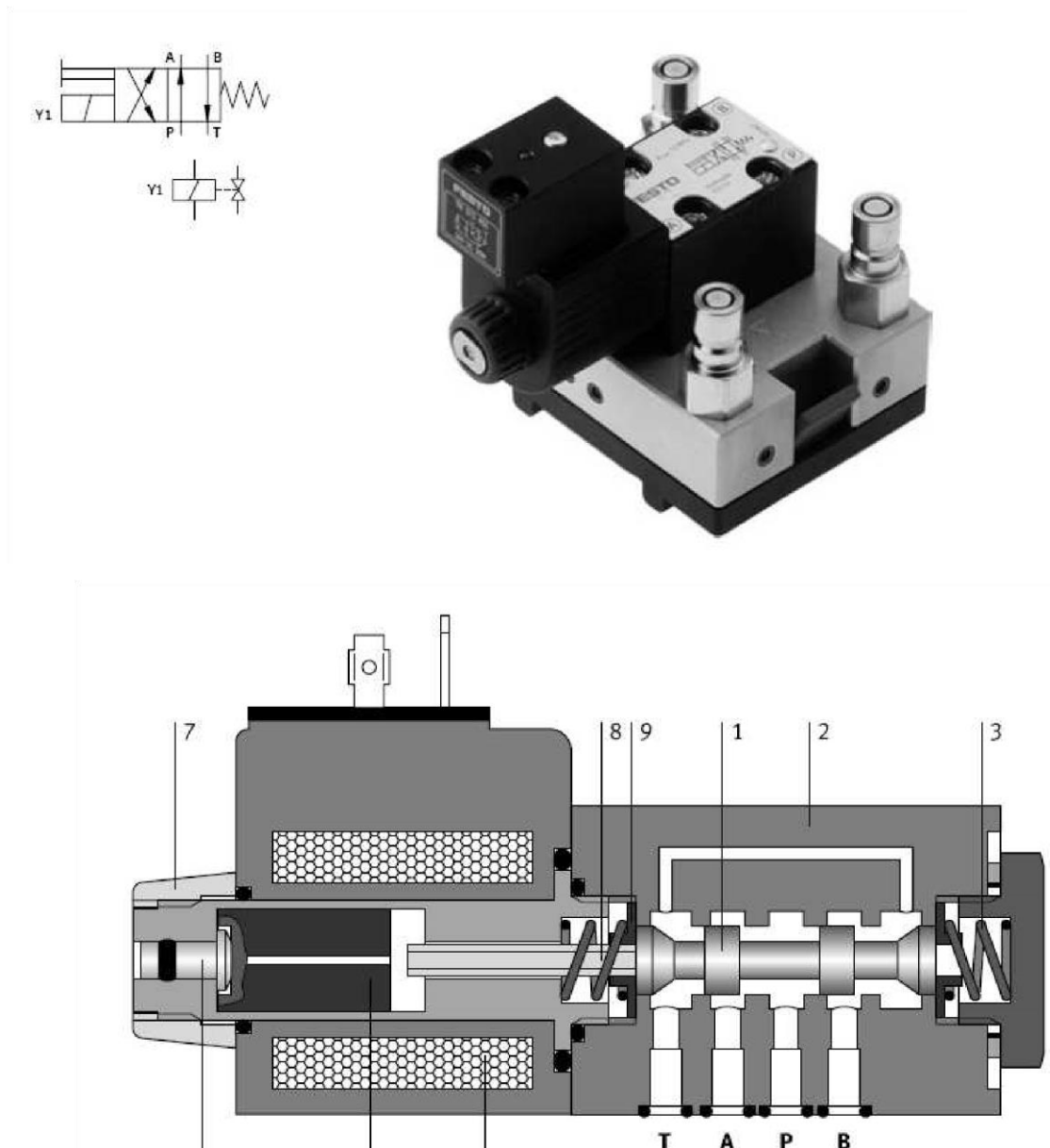
Króćce rozdzielacza są oznaczone literami: A i B – króćce robocze, P – króciec zasilający, T – króciec przelewowy, podłączenie do zbiornika.



Rys. 1.27 Rozdzielacz hydrauliczny 4/3: 1- suwak sterujący, 2- obudowa, 3- sprężyna, 4- popychacz, 5- tuleja prowadząca, 6- wałeczek pośredniczący, 7- mimośród, 8- dźwignia

Tabela 1.17 Dane techniczne rozdzielacza 4/3

Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)
Ciśnienie robocze p	60 bar (6 MPa)
Maksymalne dopuszczalne ciśnienie p_{MAX}	120 bar (12 MPa)
Nastawa	Ręczna
Połączenie	4 wtyki szybkozłączny

Rozdzielacz 4/2 sterowany elektrycznie

Rys. 1.28 Rozdzielacz hydrauliczny 4/2 sterowany elektrycznie : 1- suwak sterujący, 2- obudowa, 3- sprężyna, 4- cewka magnesu, 5- rdzeń, 6- zespół do awaryjnego sterowania ręcznego, 7- nakrętka, 8- popychacz, 9- podkładka sprężyny

Rozdzielacz hydrauliczny 4/2 jest montowany na płycie przyłączeniowej przy pomocy uchwytu i jest wyposażony w cztery wtyki szybkozłącz hydraulicznych.

Rozdzielacz umożliwia przełączanie sygnałem elektrycznym kierunku przepływu cieczy w układzie hydraulicznym. Jest to rozdzielacz, w którym na suwak oddziałuje magnes prądu stałego. Charakterystyczne dla tego rozdzielacza jest to, że po zaniknięciu sygnału sterującego suwak rozdzielacza wraca do położenia początkowego.

Powyższy przekrój przedstawia normalny stan z otwartym przepływem z króćca roboczego P do A i z B do T. Suwak sterujący 1 jest przesuwany do pozycji normalnej w wyniku oddziaływania sprężyn w czasie, gdy magnes jest niewzbudzony.

Jeśli do cewki magnesu Y1 (4) zostanie dołączone napięcie elektryczne, rdzeń 5 docisnie za pośrednictwem popychacza 8 suwaka rozdzielacza 1 i spowoduje ugięcie sprężyny. W wyniku tego nastąpi połączenie króćców roboczych P z B i A z T.

Magnes przełączający składa się z tulei z wsuniętą na nią obudową cewki (połączonych nakrętką 7) i rdzenia magnesu 8. Połączenie elektryczne jest realizowane za pomocą standardowej wtyczki zaworu hydraulicznego. Awaryjne sterowanie ręczne 6 pozwala na zmianę położenia suwaka rozdzielacza 1 bez udziału energii elektrycznej.

Króćce rozdzielacza są oznaczone literami: A i B – króćce robocze, P – króciec zasilający, T – króciec przelewowy, podłączenie do zbiornika.

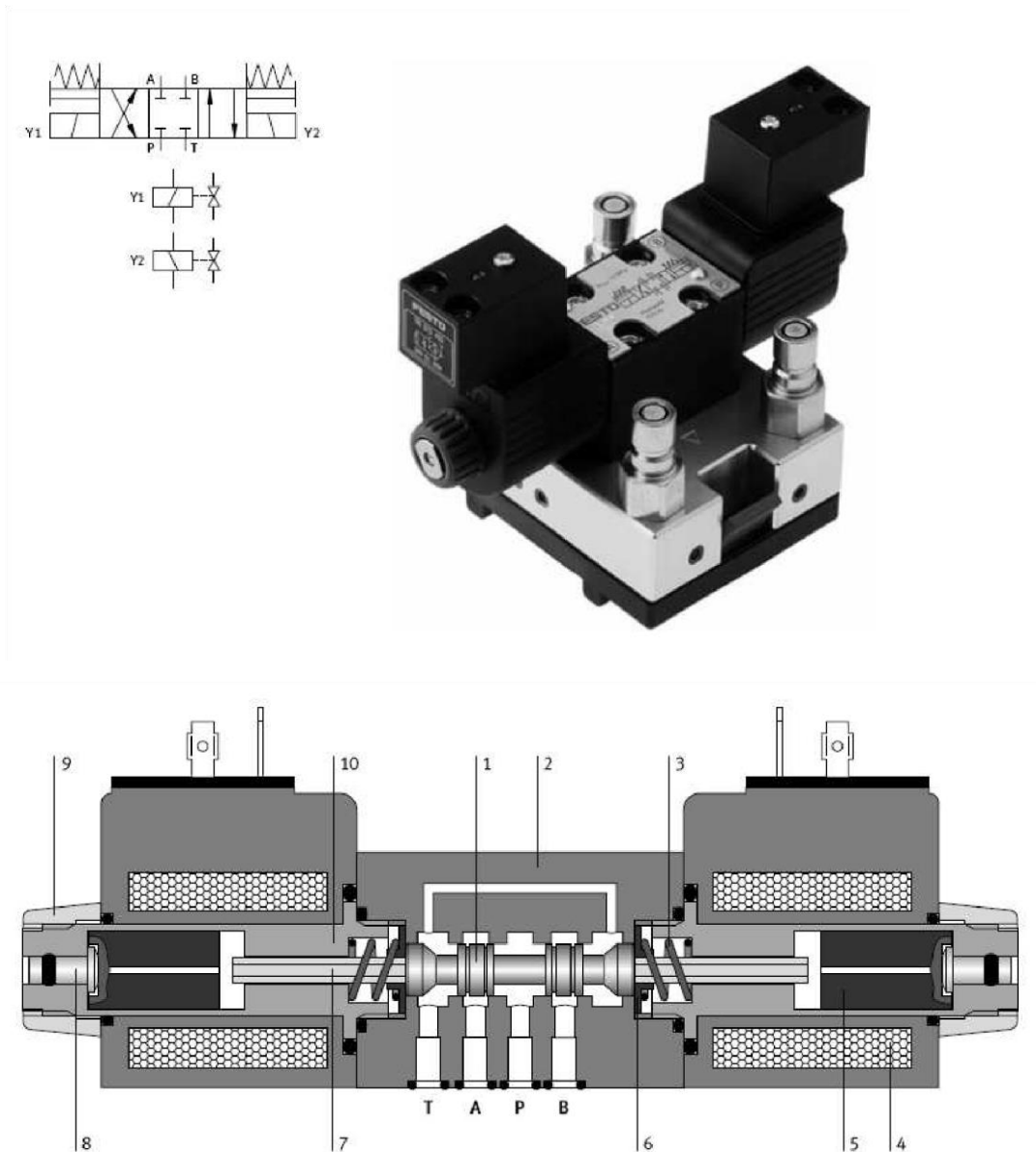
Stan przełączenia (wzbudzenia) cewki rozdzielacza jest potwierdzany zapaleniem diody LED na wtyczce elektrycznej.

Ręczne sterowanie rozdzielacza, ze względu na realizację tej czynności w sposób płynny i niepowodujący uszkodzenia elementów odpowiedzialnych za szczelność całego urządzenia nie powinno być wykonywane za pomocą narzędzi z ostrymi krawędziami (np. śrubokrętem). Gwałtowne przesterowanie ręczne rozdzielacza może spowodować jego uszkodzenie.

Tabela 1.18 Dane techniczne rozdzielacza 4/2 sterowanego elektrycznie

Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)
Ciśnienie robocze p	60 bar (6 MPa)
Maksymalne dopuszczalne ciśnienie p _{MAX}	120 bar (12 MPa)
Napięcie	24 V DC
Pobór mocy	6,5 W
Nastawa	Elektryczna
Połączenie elektryczne	Przy pomocy gniazd ø 4 mm
Połączenie hydrauliczne	4 wtyki szybkozłączy

Rozdzielacz 4/3 sterowany elektrycznie, z położeniem środkowym zamkniętym



Rys. 1.29 Rozdzielacz hydrauliczny 4/3 sterowany dwustronnie elektrycznie: 1- suwak sterujący, 2- obudowa, 3- sprężyny, 4- cewki magnes, 5- rdzeń, 6- podkładki sprężyn, 7- popychacz, 8- zespół do awaryjnego sterowania ręcznego, 9- nakrętki, 10- tulei

Rozdzielacz hydrauliczny 4/3 jest montowany na płycie przyłączeniowej przy pomocy uchwytu i jest wyposażony w cztery wtyki szybkozłączy hydraulicznych.

Rozdzielacz umożliwia określenie przy pomocy sygnału elektrycznego jednego z trzech dostępnych połączeń króćców roboczych. Jest to rozdzielacz, w którym na suwak oddziałuje magnes prądu stałego. Charakterystyczne dla tego rozdzielacza jest to, że po zaniknięciu sygnału sterującego suwak rozdzielacza powoduje zamknięcie wszystkich króćców roboczych A, B, P i T. Powyższy przekrój przedstawia rozdzielacz w położeniu środkowym. Suwak osiąga to położenie w wyniku oddziaływania obu sprężyn w czasie, gdy magnesy pozostaną niewzbudzone. Jeśli do cewki magnesu Y2 (4) zostanie dołączone napięcie elektryczne, rdzeń 5 docisnie za pośrednictwem popychacza 7 suwak rozdzielacza 1 i

spowoduje ugięcie jednej ze sprężyn a odciążenie drugiej. W wyniku tego nastąpi połączenie króćców roboczych P z A i B z T. Zaś wzbudzenie cewki Y1 spowoduje przemieszczenie suwaka rozdzielacza w przeciwnym kierunku. Spowoduje to połączenie króćców roboczych P z B i A z T.

Magnes przełączający składa się z rury 10 z wsuniętą na nią obudową cewki (połączonych nakrętką 9) i rdzenia magnesu 7. Połączenie elektryczne jest realizowane za pomocą standardowej wtyczki zaworu hydraulicznego. Awaryjne sterowanie ręczne 8 pozwala na zmianę położenia suwaka rozdzielacza 1 bez udziału energii elektrycznej.

Króćce rozdzielacza są oznaczone literami: A i B – króćce robocze, P – króciec zasilający, T – króciec przelewowy, podłączenie do zbiornika.

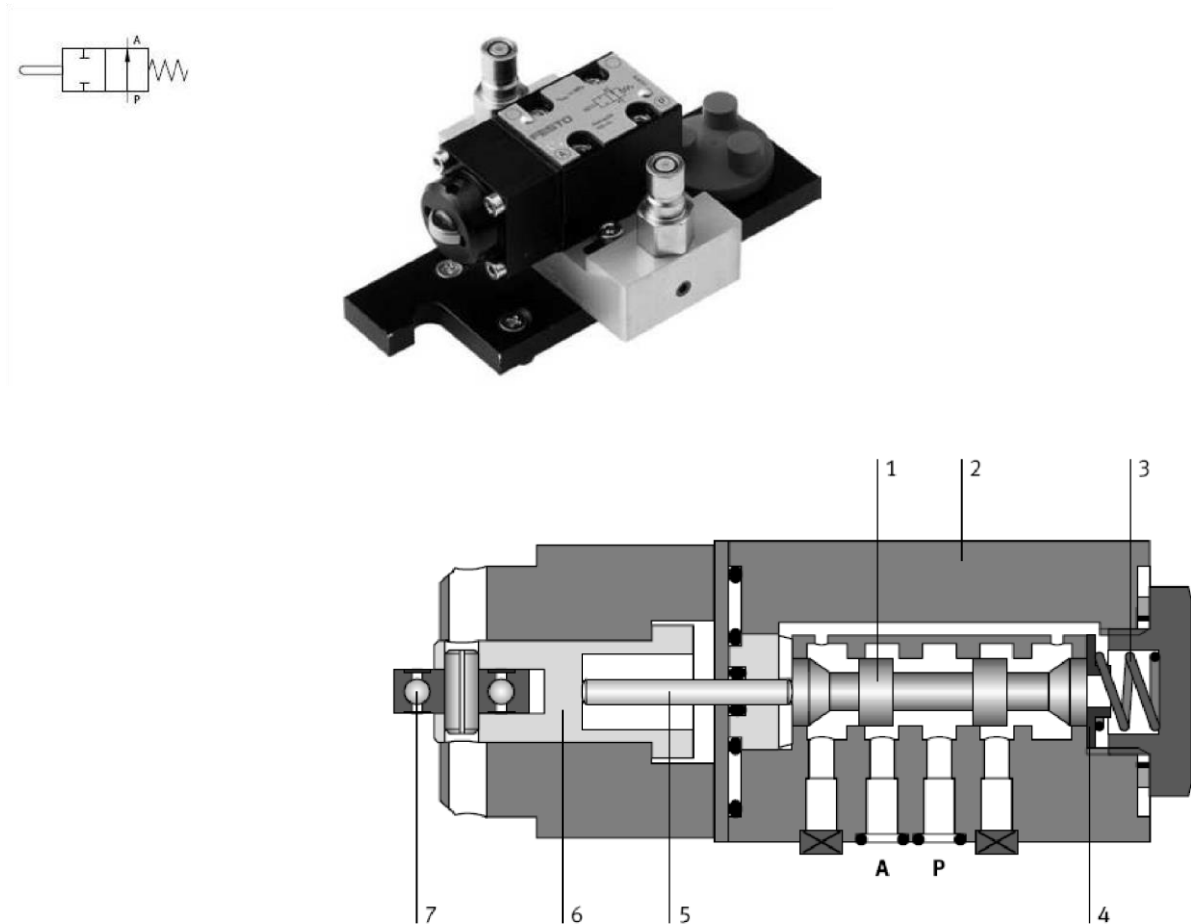
Stan przełączenia (wzbudzenia) cewki rozdzielacza jest potwierdzany zapaleniem diody LED na wtyczce elektrycznej.

Ręczne sterowanie rozdzielacza, ze względu na realizację tej czynności w sposób płynny i niepowodujący uszkodzenia elementów odpowiedzialnych za szczelność całego urządzenia nie powinno być wykonywane za pomocą narzędzi z ostrymi krawędziami (np. śrubokrętem). Gwałtowne przesterowanie ręczne rozdzielacza może spowodować jego uszkodzenie.

Tabela 1.19 Dane techniczne rozdzielacza 4/3 sterowanego dwustronnie elektrycznie

Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)
Ciśnienie robocze p	60 bar (6 MPa)
Maksymalne dopuszczalne ciśnienie p _{MAX}	120 bar (12 MPa)
Napięcie	24 V DC
Pobór mocy	6,5 W
Nastawa	Elektryczna
Połączenie elektryczne	Przy pomocy gniazd ø 4 mm
Połączenie hydrauliczne	4 wtyki szybkozłączy

Rozdzielacz 2/2 sterowany mechanicznie rolką



Rys. 1.30 Rozdzielacz hydrauliczny 2/2 sterowany rolką: 1- suwak sterujący, 2- obudowa, 3- sprężyna, 4- podkładka sprężyny, 5- popychacz, 6- tuleja prowadząca, 7- łożyskowana rolka

Rozdzielacz hydrauliczny 2/2 z rolką jest montowany przy pomocy płyty pośredniczącej i jest wyposażony w dwa wtyki szybkozłącznych hydraulicznych. Element jest mocowany do płyty profilowej przy pomocy systemu śrubowego składającego się z pojedynczego kompletu montażowego.

Rozdzielacz umożliwia przełączenie stanu połączeń między króćcami roboczymi. Jest to rozdzielacz sterowany mechanicznie krzywką, umożliwia on, w zależności od położenia współpracującego z nim siłownika, zmianę stanu połączeń króćców roboczych.

Powyższy przekrój przedstawia rozdzielacz w położeniu normalnym – z połączonymi króćcami roboczymi P i A. Suwak 1) osiąga to położenie w wyniku oddziaływania sprężyny 3. W przypadku mechanicznego przełączenia (wciśnięcia) rolki 7 przesunie ona suwak 1 i spowoduje ugięcie sprężyny.

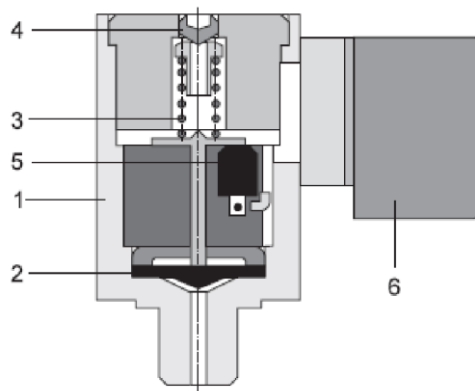
Rozdzielacz jest zaprojektowany jako zawór 4/2 – czterodrogowy, dwupołożeniowy (połączenie równoległe i skośne), jednak wykorzystane są tylko dwa króćce robocze.

Króćce rozdzielacza są oznaczone literami: A – króciec roboczy, P – króciec zasilający.

Tabela 1.20 Dane techniczne zaworu 2/2 sterowanego rolką

Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)
Ciśnienie robocze p	60 bar (6 MPa)
Maksymalne dopuszczalne ciśnienie p _{MAX}	120 bar (12 MPa)
Nastawa	Mechaniczna
Połączenie hydrauliczne	2 wtyki szybkozłączny

Przełącznik ciśnieniowy



Rys. 1.31 Przełącznik ciśnienia: 1- obudowa, 2- membrana, 3- sprężyna, 4- śruba regulacyjna, 5- mikroprzełącznik, 6- gniazdo przyłączeniowe

Przełącznik ciśnieniowy jest zamocowany do trójnika. Trzy styki elektryczne są zakończone wtyczką elektryczną.

Ciśnienie oddziałujące na membranę 2 oddziałuje na sprężynę 3 i w przypadku pokonania siły sprężyny powoduje przełączenie styków mikroprzełącznika 5. Napięcie wstępne sprężyny 3 może być nastawione przy pomocy śruby regulacyjnej 4. Powoduje to zmianę wartości ciśnienia niezbędnego do odkształcenia membrany 2. W chwili, gdy ciśnienie odpowiada nastawionej wartości śruby regulacyjnej styki mikroprzełącznika 5 zmieniają początkowy stan.

Trójnik z przełącznikiem ciśnieniowym może być umieszczony w dowolnym punkcie układu hydraulicznego do sygnalizacji nastawionego ciśnienia.

Tabela 1.21 Dane techniczne przełącznika ciśnieniowego

Medium	olej mineralny, zalecana lepkość kinematyczna 22cSt (mm ² /s)
Budowa	Przełącznik przeponowy
Ciśnienie robocze p	10 - 70 bar (1 – 7 MPa)
Maksymalne dopuszczalne ciśnienie p _{MAX}	120 bar (12 MPa)
Histereza	~15%
Napięcie	Do 250 V
Maksymalny prąd	2 A
Połączenie hydrauliczne	Gniazdo / wtyk szybkozłącza
Połączenie elektryczne	Przy pomocy gniazd ø 4 mm
Nastawa	Ręczna, przy użyciu klucza nimbusowego (HEX) 2,5 mm
Działanie	Hydrauliczne

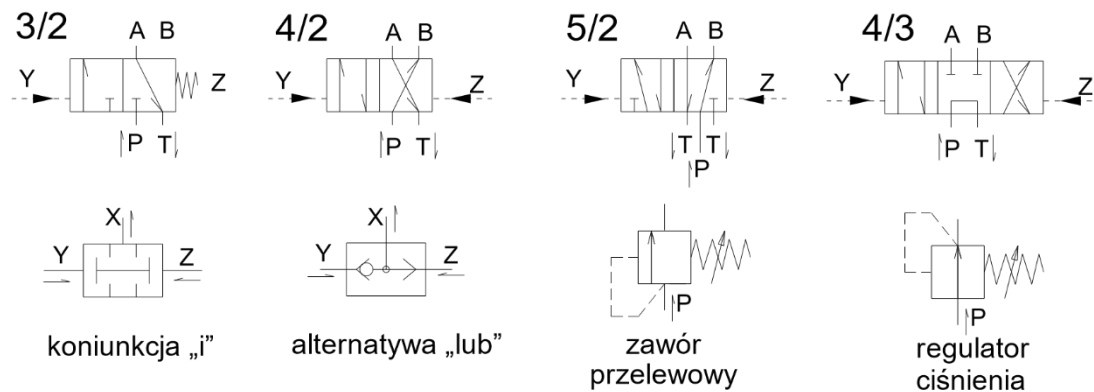
1.7 Zasady ogólne stosowane w układach hydraulicznych

W celu prawidłowego montowania zaworów w układach hydraulicznych poszczególne drogi przepływu oznacza się dużymi literami lub cyframi w sposób następujący:

Tabela 1.22 Przykłady opisu przyłączy wybranych zaworów rozdzielających

Oznaczenie	Króciec	Numeracja
A, B	przyłącza robocze	2, 4
P	przyłącze zasilające	1
T	przyłącze odprowadzenia oleju do zbiornika	3
X, Y, Z	przyłącza/sygnały sterujące	12, 14, 16

Rodzaj zastosowanego sterowania zaworu hydraulicznego umieszcza się z boku symbolu zaworu – z prawej lub lewej strony narysowanego kwadratu. Możliwe są praktycznie wszystkie zestawienia zaworów z istniejącymi rodzajami sterowania.



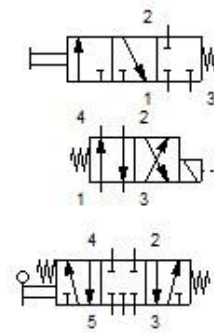
Rys. 1.32 Przykładowe oznaczenia w zaworach hydraulicznych

Ze względu na zastosowaną konstrukcję sterowania, czyli sposób uzyskiwania poszczególnych położenia głównego elementu sterującego rozróżnia się:

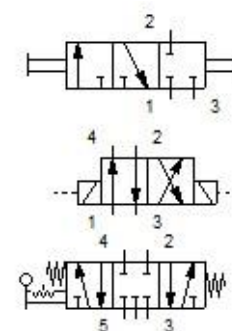
- rozdzielacze sterowane bezpośrednio (jednostopniowe),
- rozdzielacze sterowane pośrednio (dwustopniowe), są wyposażone we własny układ wspomagania.

W sterowaniu zaworów istotne jest zachowanie pozycji zaworu podczas sterowania. Sygnały sterujące ze sterowników PLC mogą być ciągłe i impulsowe. Można rozróżnić zawory:

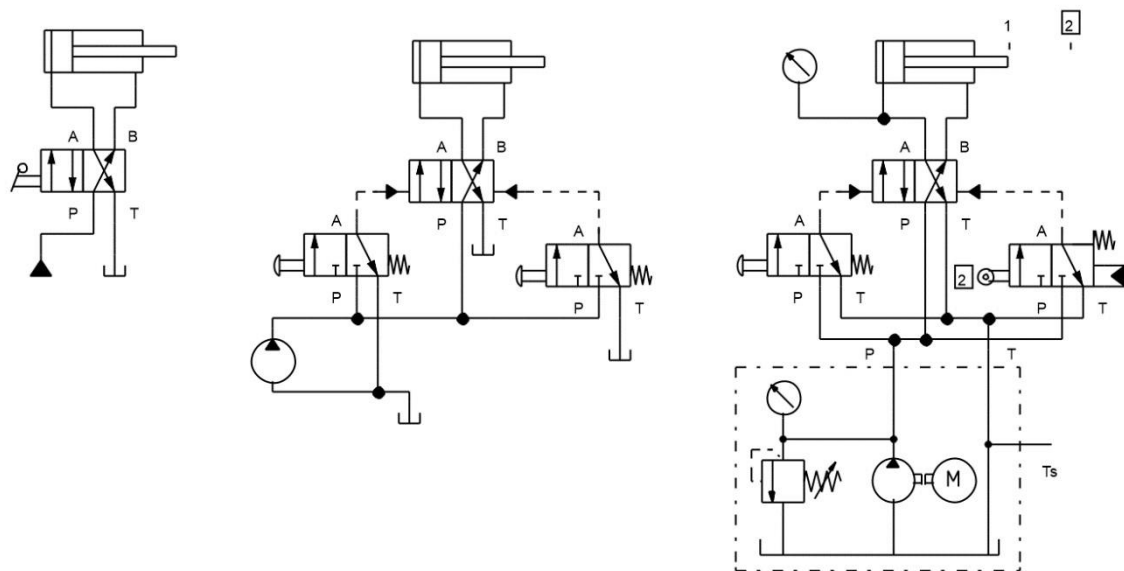
- zawory powracające do położenia początkowego po odjęciu sygnału sterującego – zawory monostabilne



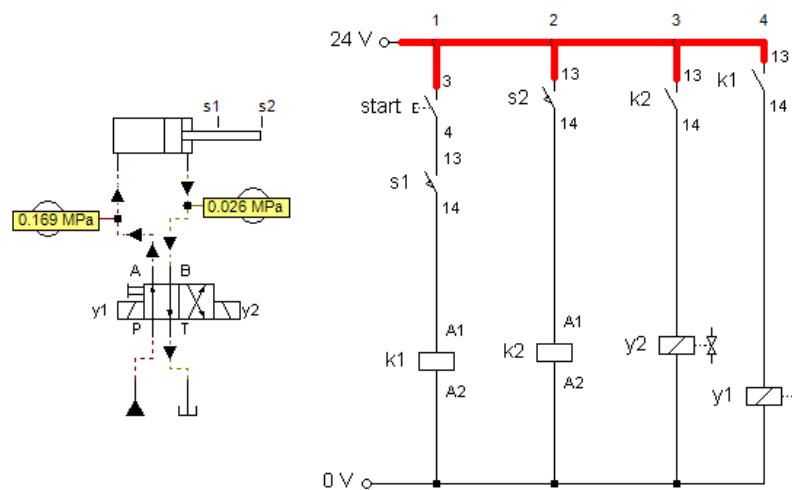
- zawory utrzymujące sterowane położenie po odcięciu sygnału sterującego - zawory bistabilne



Schematy z elementami pneumatycznymi i hydraulicznymi powinny być rysowane w położeniu, jakie zajmują w układzie w stanie wyłączenia i bez zasilania.



Rys. 1.33 Przykładowe schematy układów hydraulicznych



Rys. 1.34 Sterowanie siłownikiem hydraulicznym obwodem elektrycznym

2. Elektrohydraulika

Zasady projektowe układów sterowania elektrycznego i cyfrowego opowiada zasadom przedstawionym w układach elektropneumatycznych – Pneumatyka.

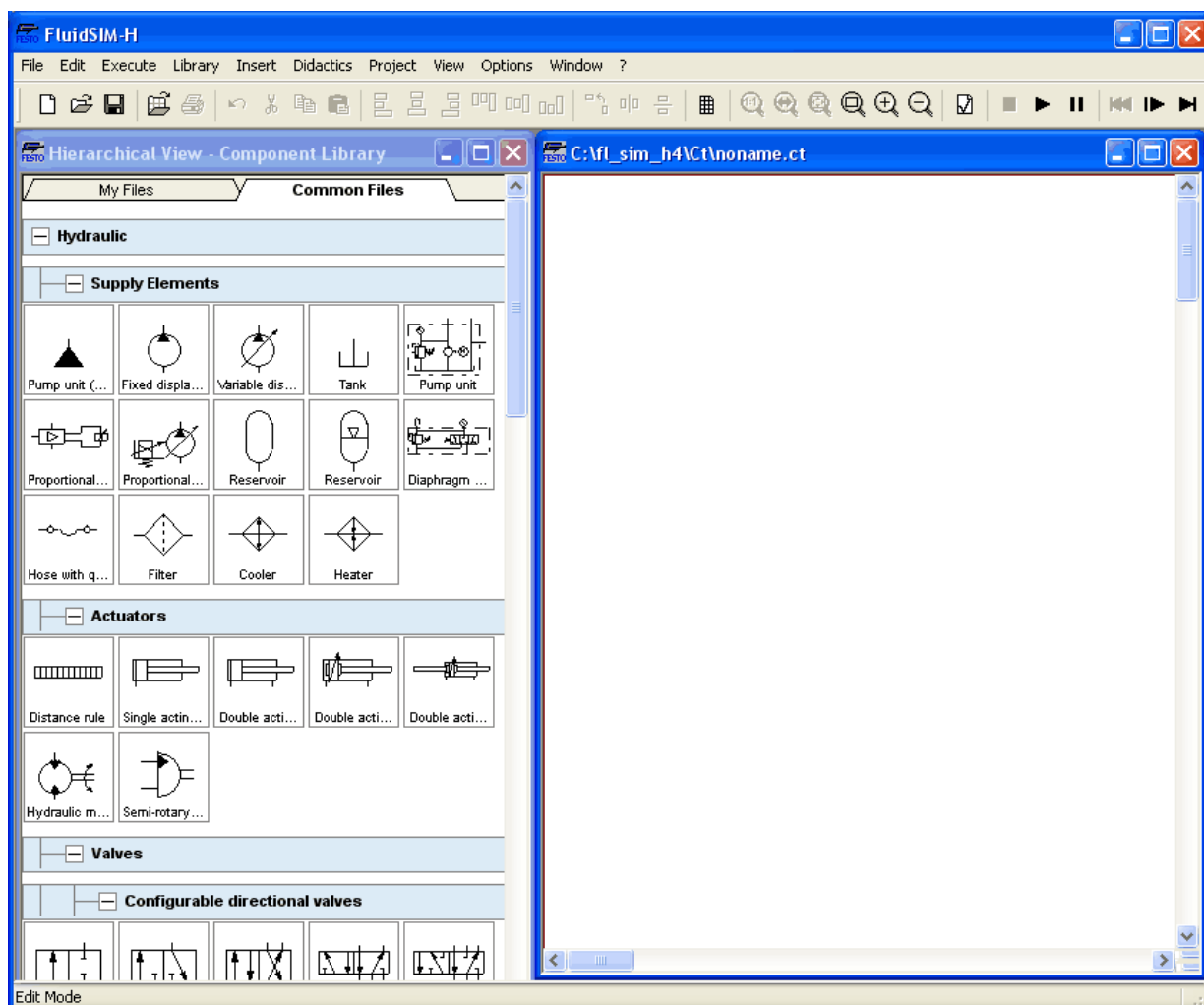
3. Stanowisko laboratoryjne do hydrauliki



Rys. 3.1 Stanowisko laboratoryjne firmy FESTO do układów hydraulicznych

3.1 Program FluidSIM – wybrane elementy

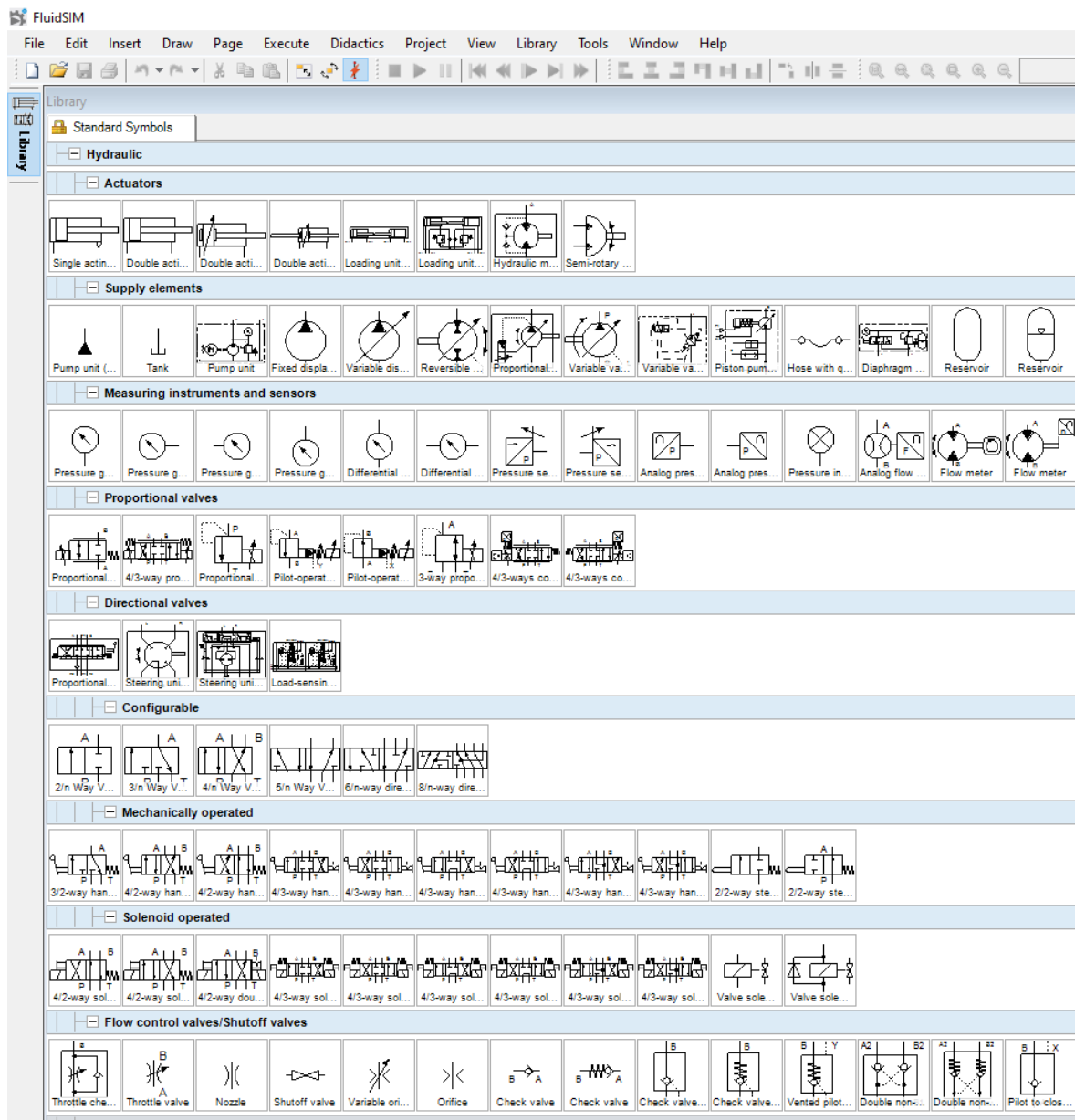
Program FluidSIM służy do projektowania układu, sprawdzenia układu poprzez symulację oraz połączenie i sterowanie układem rzeczywistym. W kolejności uruchamiamy program i rysujemy projekt układu. Następnie włączamy symulację i usuwamy błędy projektowe. Końcowo inicjujemy połączenie przez EasyPort i załączamy układ techniczny z programu.



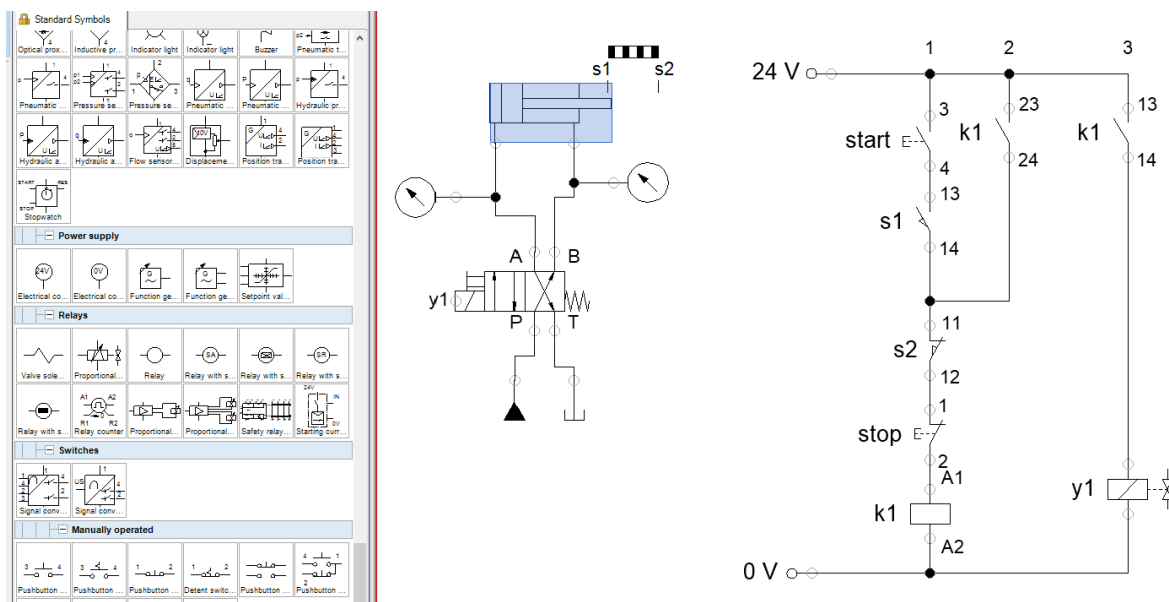
Rys. 3.2 Program FluidSIM dla układów hydraulicznych

Szczegółowe zasady rysowania schematów, ustawianie połączeń zaworów z obwodem elektryczny przedstawiono w części **Pneumatyka**

Wybrany układ techniczny realizujemy na stanowisku hydrauliki i rysujemy w programie FluidSIM poprzez wstawienie.

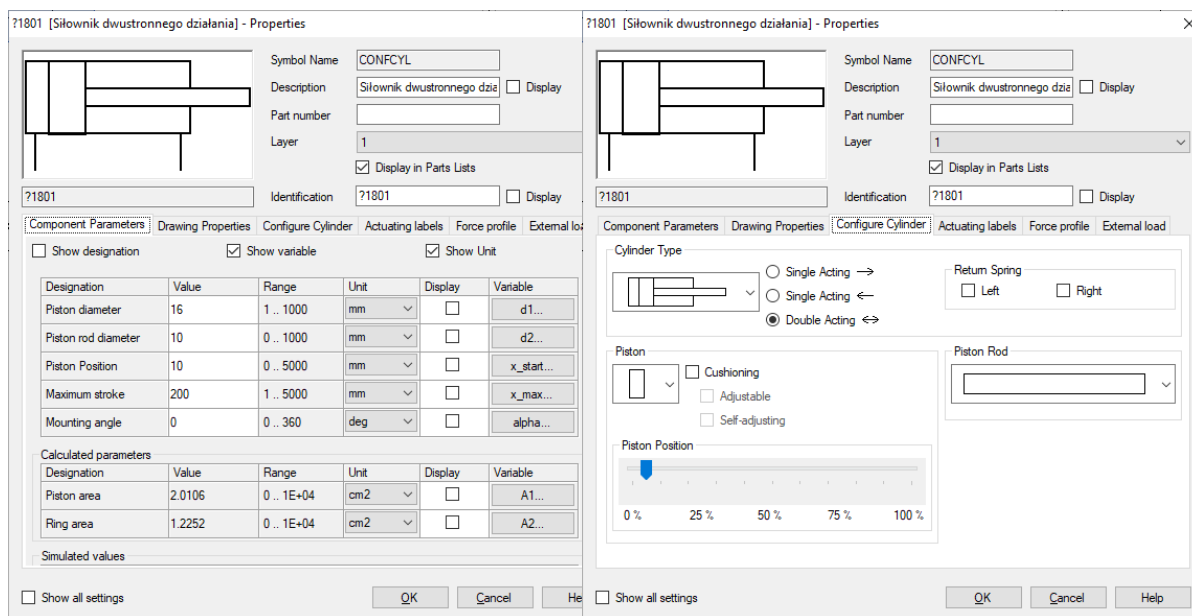


Rys. 3.3 Przykładowe komponenty menu zaworów sterujących w programie FluidSIM



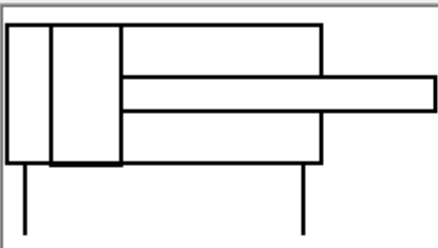
Rys. 3.4 Sterowanie elektro-hydrauliczne zaworem w programie FluidSIM – pełny cykl

Po wstawieniu zaworu do projektu jest dostępne menu do pełnej konfiguracji zaworu.



Rys. 3.5 Parametry zaworu

?1801 [Siłownik dwustronnego działania] - Properties



Symbol Name: CONFICYL

Description: Siłownik dwustronnego dzia ☐ Display

Part number:

Layer: 1

☒ Display in Parts Lists

Identification: ?1801 ☐ Display

Component Parameters | Drawing Properties | Configure Cylinder | **Actuating labels** | Force profile | External load

Label	Start	End	Range	Unit
s2	200	200	(0 .. 200 mm)	mm
s1	0	0	(0 .. 200 mm)	mm
			(0 .. 200 mm)	mm
			(0 .. 200 mm)	mm
			(0 .. 200 mm)	mm
			(0 .. 200 mm)	mm

Displacement encoder: ☐ Display

☐ Show all settings

OK Cancel Help

Rys. 3.6 Nastawa pozycji skrajnych siłownika S1 iS2

Connector

Electric Connector

y1

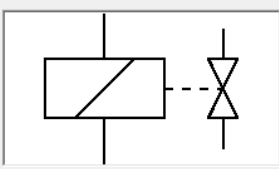
☒ Link

☒ Display

Browse... Find Target...

OK Cancel Help

y1 [Cewka zaworu] - Properties



Symbol Name:

Description: Cewka zaworu ☐ Display

Part number:

Layer: 1

☒ Display in Parts Lists

Identification: y1 ☒ Display

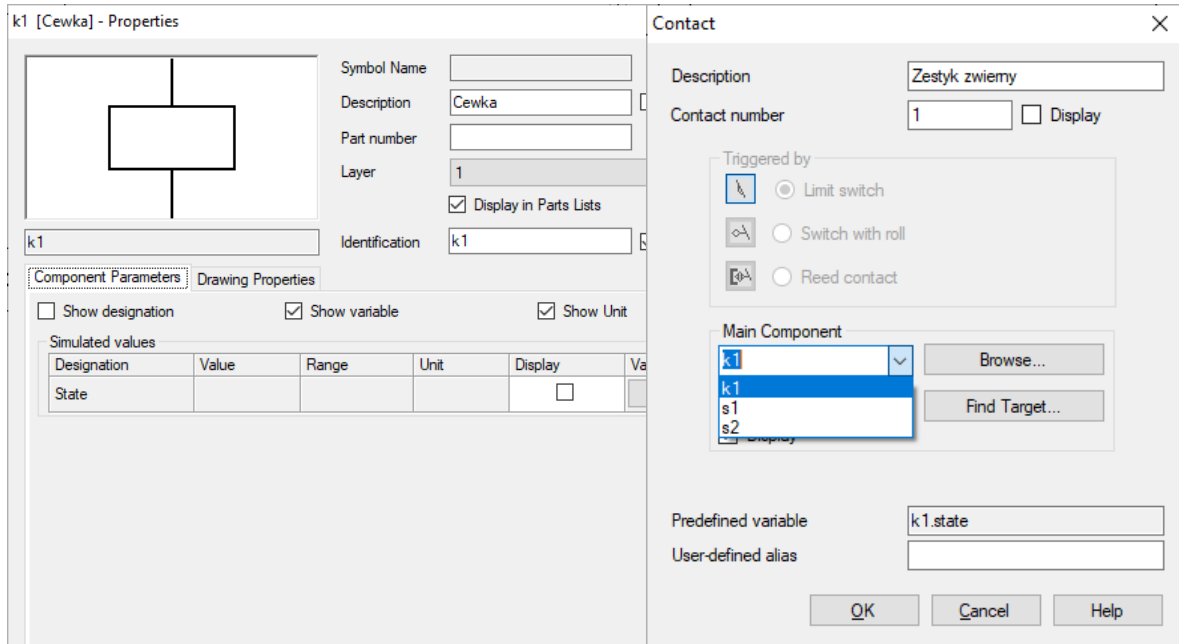
Component Parameters | Drawing Properties

☐ Show designation ☒ Show variable ☒ Show Unit

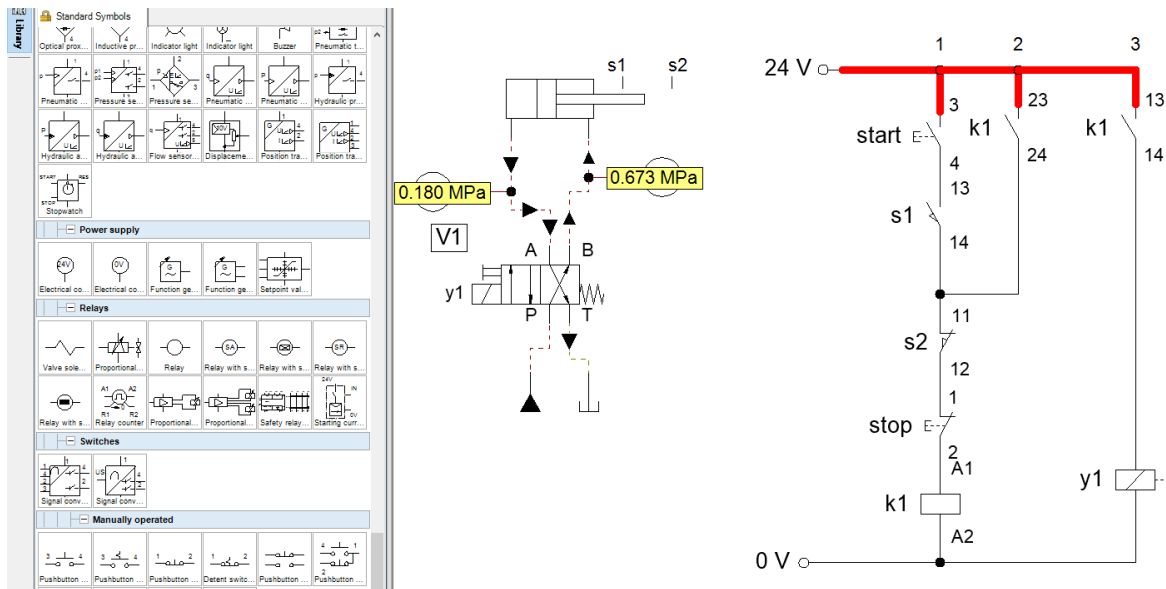
Simulated values

Designation	Value	Range	Unit	Display	Variable
State				☐	state...

Rys. 3.7 Podłączenie elektryczne zaworu hydraulicznego

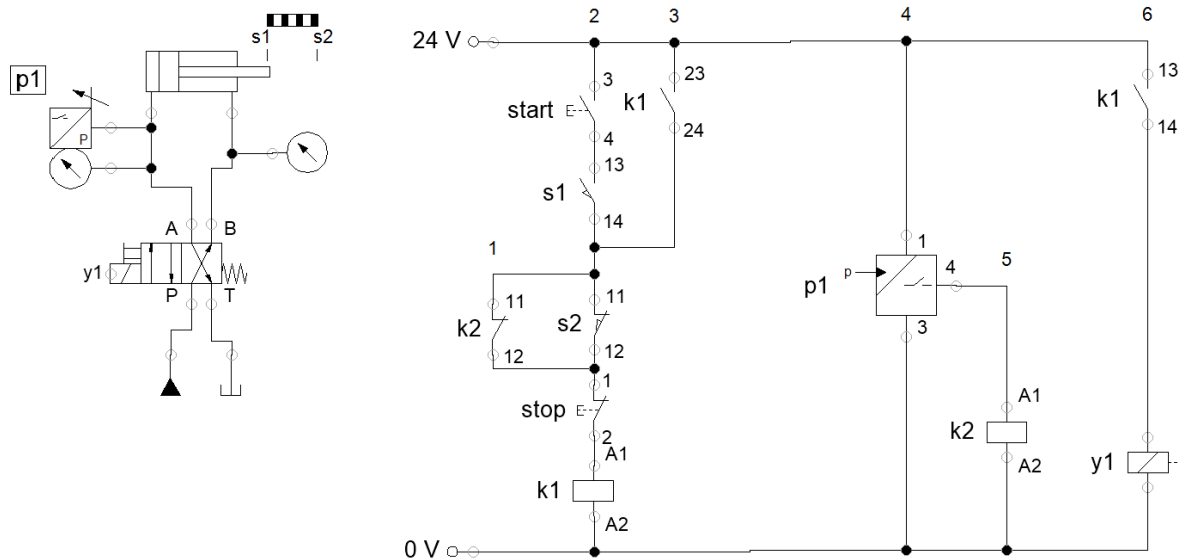


Rys. 3.8 Parametry przekaźnika i połączenie ze stykiem elektrycznym

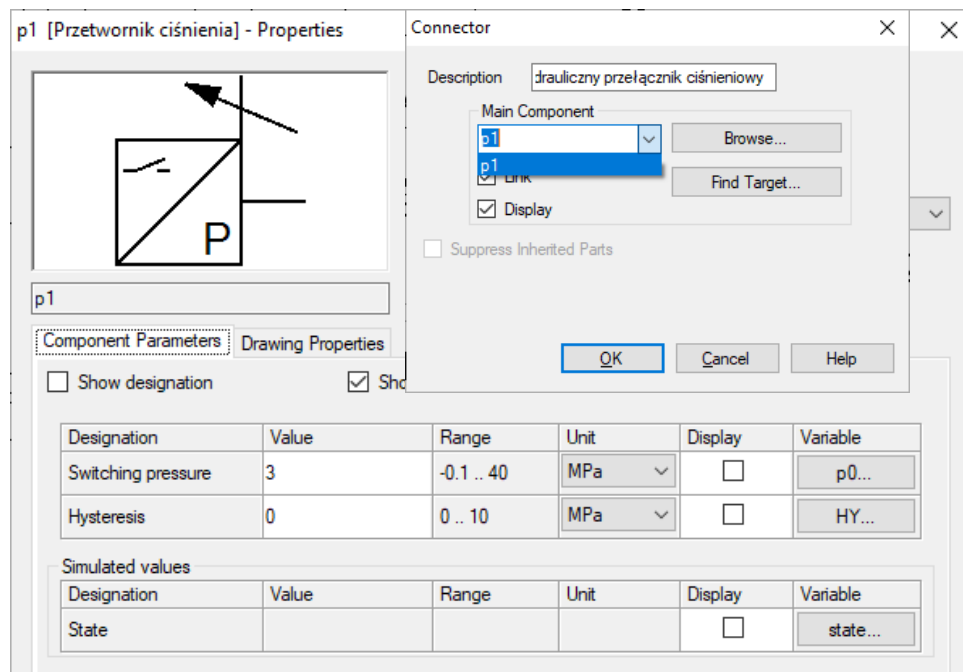


Rys. 3.9 Prezentowany układ hydrauliczny powyżej w czasie symulacji

Przedstawiony układ hydrauliczny łączy zawór V1 ze sterowaniem elektrycznym i sygnalizuje położenia skrajne siłownika. Załączany jest przyciskiem Start i wykonuje pełny cykl siłownika – wysun/powrót. Zawór Y1 jest sterowany pośrednio przekaźnikiem K1.

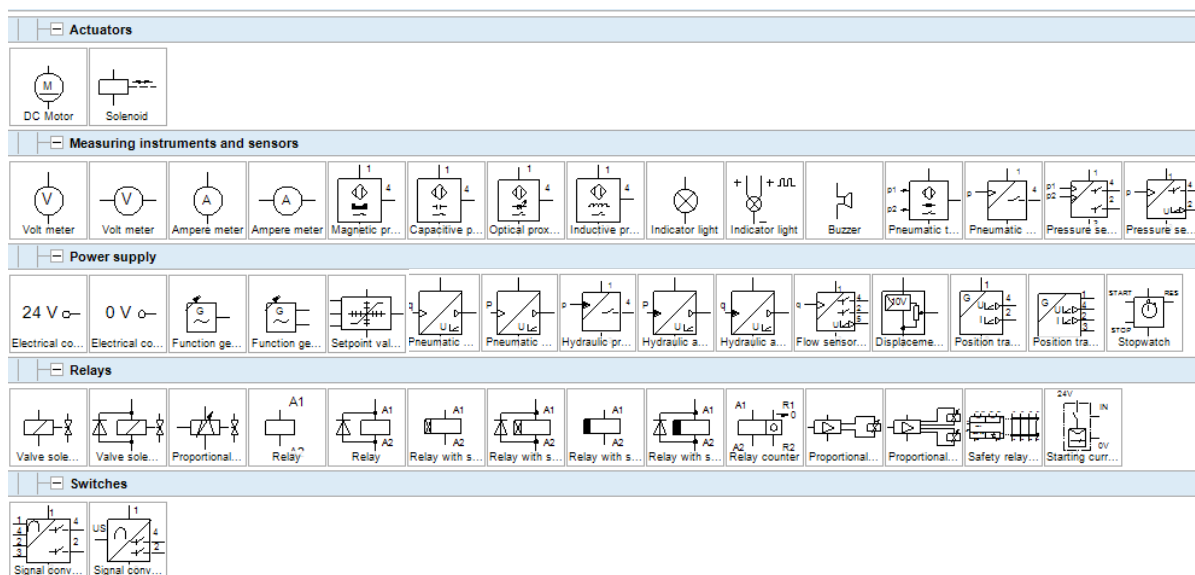


Rys. 3.10 Układ hydrauliczny sterowany elektrycznie z czujnikiem ciśnienia jako zabezpieczenie przed przeciążeniem

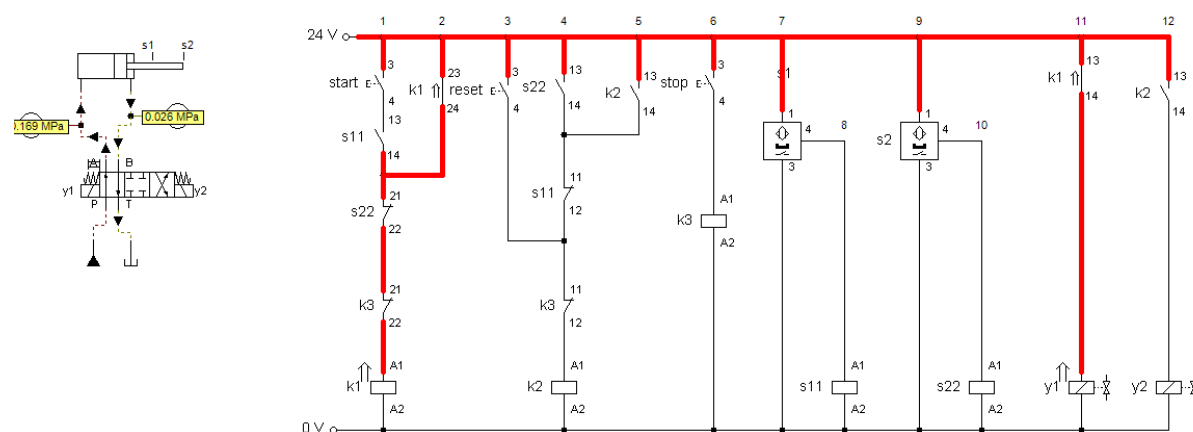


Rys. 3.11 Parametry przetwornika ciśnienia o wyjściu binarnym

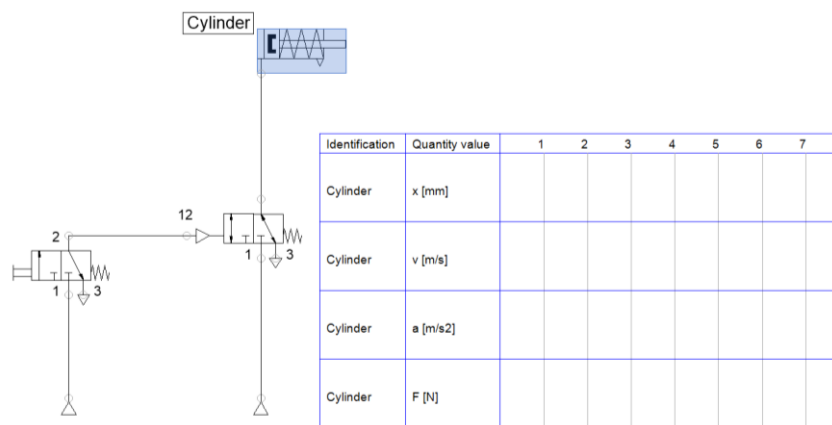
Normalna praca siłownika to pełne wysunięcie i powrót sterowane pozycją krańcową siłownika. Jeżeli ciśnienie w cylindrze wzrośnie powyżej wartości ustawionej na czujniku ciśnienia, to siłownik powróci do pozycji S1 bez pełnego wysunięcia. Przekaznik czujnika K2 jest włączony równolegle do krańcówki S2.



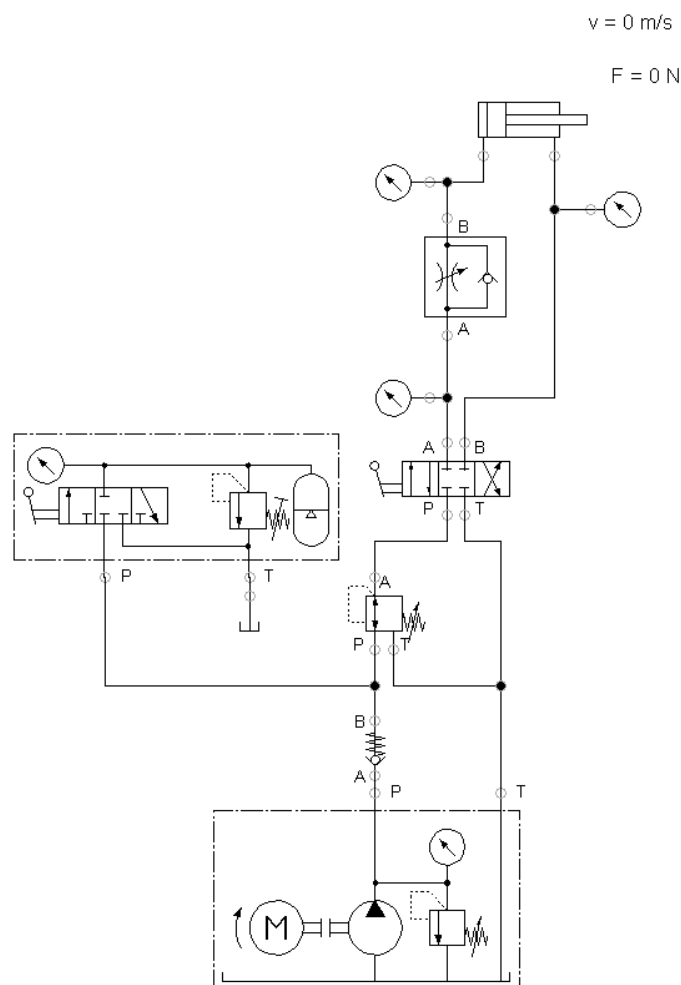
Rys. 3.12 Elementy binarne i analogowe wykrywania sygnału w programie FluidSIM



Rys. 3.13 Magnetyczne sensory położenia tłoka w układzie sterowania



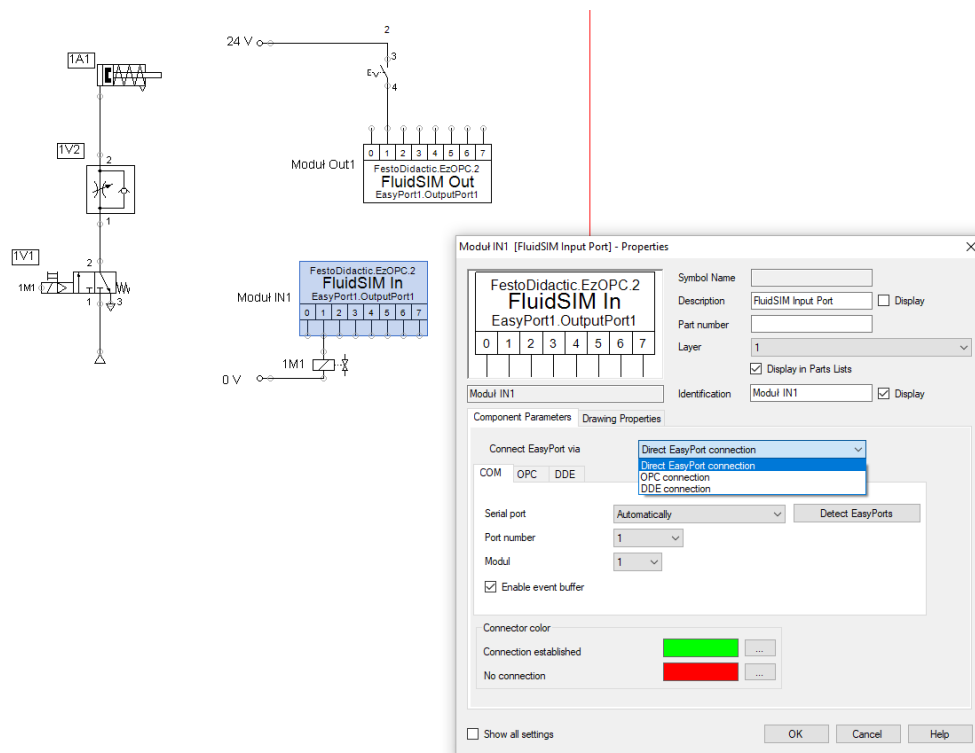
Rys. 3.14 Praca siłownika jednostronnego z rejestracją parametrów drogi, prędkości, przyspieszenia i siły



Rys. 3.15 Podłączenie akumulatora hydraulicznego

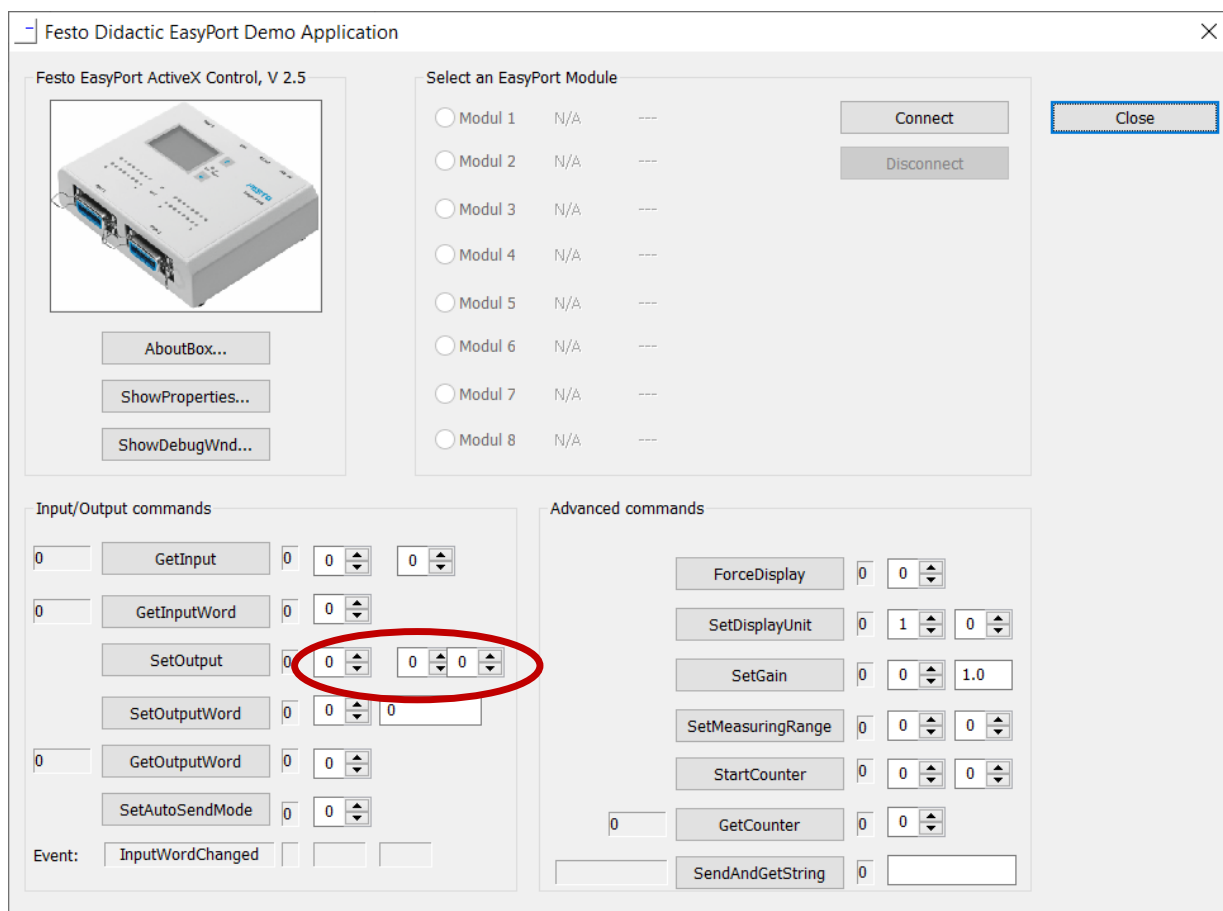
3.2 Sterowanie cyfrowe układem technicznym

Elementami z programu można sterować bezpośrednio z programu FluidSIM po wstawieniu odpowiednich modułów.



Rys. 3.16 Moduły sterowania cyfrowego w programie FluidSIM

Sprawdzenie wyjść cyfrowych wykonuje się programem zewnętrznym Festo Didactic EasyPort definiując w kolejności numer słowa (0 lub 1), numer bitu słowa (od 0 do 7) i wartość cyfrową bitu 0 lub 1.



Rys. 3.17 Wysterowanie bitu przez moduł EasyPort

4. Przebieg ćwiczenia

- Połączyć układ techniczny według danych prowadzącego,
- Narysować układ techniczny w programie FluidSIM-H,
- Załączyć układ po sprawdzeniu przez prowadzącego rzeczywisty i symulowany,
- Ćwiczenie obejmuje układy hydrauliczne, elektro-hydrauliczne i cyfrowe,
- Połączyć stanowisko z komputerem poprzez EasyPort,
- Przetestować sterowanie cyfrowe układem rzeczywistym,
- Wykonać sprawozdanie z opisem szczegółowym elementów i formą sterowania.

Spis ilustracji

Rys. 1.1 Przykład oznakowania przewodu elastycznego hydrauliki siłowej	4
Rys. 1.2 Szybkozłączka przewodu hydraulicznego	5
Rys. 1.3 Przewód hydrauliczny:	6
Rys. 1.4 Schemat hydraulicznego układu pompowego z dwiema pompami o zmiennej wydajności i stałej wydajności	7
Rys. 1.5 Hydrauliczny układ pompowy, którego schemat widoczny powyżej	8
Rys. 1.6 Przekrój pompy tłokowej osiowej z regulatorem pompy wykrywającym obciążenie i portami LS, P, S, L	9
Rys. 1.7 Hydroakumulator	10
Rys. 1.8 Manometr hydrauliczny z szybkozłączką wtyk A i gniazdo B	12
Rys. 1.9 Symbolika układów zasilania hydraulicznego stosowana w schematach funkcjonalnych	13
Rys. 1.10 Ręczny zawór odcinający z szybkozłączką, wtyk A i gniazdo B	13
Rys. 1.11 Zawór zwrotny	14
Rys. 1.12 Zawór dławiący	15
Rys. 1.13 Zawór dławiąco zwrotny	16
Rys. 1.14 Trójnik hydrauliczny	17
Rys. 1.15 Zawór przelewowy	18
Rys. 1.16 Zawór przelewowy dwustopniowy	19
Rys. 1.17 Otwarcie stopnia głównego zaworu przelewowego dwustopniowego	20
Rys. 1.18 Zawór redukcyjny trójdrogowy	21
Rys. 1.19 Regulator natężenia przepływu	22
Rys. 1.20 Zawór zwrotny sterowany	23
Rys. 1.21 Siłownik hydrauliczny dwustronnego działania	25
Rys. 1.22 Silnik hydrauliczny	26
Rys. 1.23 Budowa silnika hydraulicznego	27
Rys. 1.24 Charakterystyka silnika hydraulicznego moment – prędkość obrotowa	28
Rys. 1.25 Symbolika stosowana w schematach funkcjonalnych zaworu	29
Rys. 1.26 Rozdzielacz hydrauliczny 4/2 ręcznie sterowany	30
Rys. 1.27 Rozdzielacz hydrauliczny 4/3	32
Rys. 1.28 Rozdzielacz hydrauliczny 4/2 sterowany elektrycznie	33
Rys. 1.29 Rozdzielacz hydrauliczny 4/3 sterowany dwustronnie elektrycznie	35
Rys. 1.30 Rozdzielacz hydrauliczny 2/2 sterowany rolką	37
Rys. 1.31 Przełącznik ciśnienia	38
Rys. 1.32 Przykładowe oznaczenia w zaworach hydraulicznych	40
Rys. 1.33 Przykładowe schematy układów hydraulicznych	41
Rys. 1.34 Sterowanie siłownikiem hydraulicznym obwodem elektrycznym	41
Rys. 3.1 Stanowisko laboratoryjne firmy FESTO do układów hydraulicznych	42
Rys. 3.2 Program FluidSIM dla układów hydraulicznych	43
Rys. 3.3 Przykładowe komponenty menu zaworów sterujących w programie FluidSIM	44
Rys. 3.4 Sterowanie elektro-hydrauliczne zaworem w programie FluidSIM – pełny cykl	45
Rys. 3.5 Parametry zaworu	45
Rys. 3.6 Nastawa pozycji skrajnych siłownika S1 iS2	46

Rys. 3.7 Podłączenie elektryczne zaworu hydraulicznego	46
Rys. 3.8 Parametry przełącznika i połączenie ze stykiem elektrycznym	47
Rys. 3.9 Prezentowany układ hydrauliczny powyżej w czasie symulacji.....	47
Rys. 3.10 Układ hydrauliczny sterowany elektrycznie z czujnikiem ciśnienia jako zabezpieczenie przed przeciążeniem.....	48
Rys. 3.11 Parametry przetwornika ciśnienia o wyjściu binarnym	48
Rys. 3.12 Elementy binarne i analogowe wykrywania sygnału w programie FluidSIM	49
Rys. 3.13 Magnetyczne sensory położenia tłoka w układzie sterowania	49
Rys. 3.14 Praca siłownika jednostronnego z rejestracją parametrów drogi, prędkości, przyspieszenia i siły	50
Rys. 3.15 Podłączenie akumulatora hydraulicznego	50
Rys. 3.16 Moduły sterowania cyfrowego w programie FluidSIM	51
Rys. 3.17 Wysterowanie bitu przez moduł EasyPort	52