



PIOTR PAWEŁKO

# **NAPĘD I STEROWANIE PNEUMATYCZNE**

## **PODSTAWY**

ĆWICZENIA LABORATORYJNE

### **Sterowanie bezpośrednie siłownikami jednostronnego i dwustronnego działania**

Materiały przeznaczone są dla studentów Wydziału Inżynierii Mechanicznej i  
Mechatroniki

kopiowanie, powielanie, rozpowszechnianie bez wiedzy autora zabronione

Poniższa instrukcja jest fragmentem skryptu o tym samym tytule, wydanym za zgodą  
Dziekana Wydziału Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki ZUT w Szczecinie, Szczecin  
2013: ISBN XXX

SZCZECIN 2014

## 1. Sterowanie bezpośrednio siłownikami jednostronnego i dwustronnego działania.

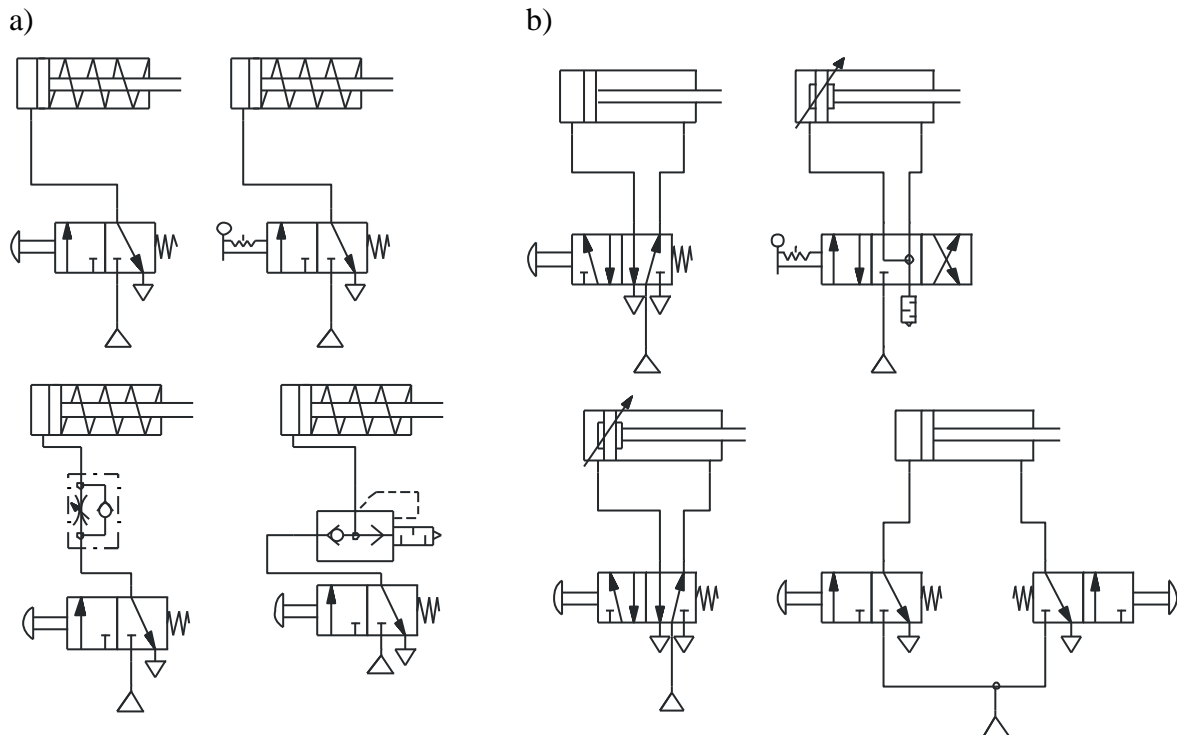
Sterowanie bezpośrednio pracą aktuatora pneumatycznego (siłownika lub silnika) stosuje się w przypadkach, gdy odległość między tym elementem, a miejscem instalacji pulpitu sterowniczego jest niewielka, oraz gdy w układzie takim mamy do czynienia z elementami o małej chłonności. Wiąże się to bezpośrednio z małym natężeniem przepływu w układzie, co przekłada się na małe gabaryty zaworów sterujących oraz małe średnice przewodów pneumatycznych.

Podstawowe układy sterowania bezpośredniego siłownikami jednostronnego i dwustronnego działania pokazano na rys. 6.1. Sterowanie pracą siłownika jednostronnego działania może być realizowane zaworem rozdzielającym typu 3/2 ze sprężyną zwrotną (monostabilnym) lub z dźwignią z zatraskiem. Nastawa prędkości ruchu może odbywać się za pomocą zaworu dławiącego lub dławiąco-zwrotnego, umieszczonego na drodze przepływu czynnika roboczego między zaworem rozdzielającym a siłownikiem.

Można wyróżnić dwa główne sposoby regulacji prędkości wysuwu lub powrotu tłoczyska siłownika.

- a) dławienie dopływu sprężonego powietrza do siłownika, a dokładnie do komory siłownika, zakładając, że komora przeciwna jest w tym czasie nieobciążona ciśnieniem tzn. ma możliwość odpowietrzenia
- b) dławienie na wylocie, umożliwia nastawę prędkości ruchu przez powolne opróżnianie komory z czynnika roboczego

Uzyskanie większej prędkości ruchu powrotnego uzyskać można stosując w pobliżu przyłącza zasilającego komorę siłownika zaworu szybkiego spustu, co umożliwia szybkie odprowadzenia powietrza z komory. Powietrze wyprowadzane jest bezpośrednio do atmosfery przez zawór szybkiego spustu, nie dochodząc do odpowietrzenia w zaworze, pozwala to na unikanie dodatkowych oporów spowodowanych przepływem czynnika przez kanały zaworu rozdzielającego.














**Rys. 6.1. Sterowanie bezpośrednio siłownikami: a) jednostronnego, b) dwustronnego działania**

Sterowanie ręczne zalicza się do tzw. sterowania kombinacyjnego. Sterowanie kombinacyjne jest to rodzaj sterowania, w którym sygnał sterujący powstaje z powiązania (kombinacji) kilku sygnałów np. zabezpieczenie prasy: jeżeli obsługujący wciśnie dwa przyciski umieszczone w taki sposób, aby ich naciśnięcie było możliwe jedynie z użyciem dwóch rąk, dopiero wówczas prasa wykona swój roboczy. W odróżnieniu od sterowania sekwencyjnego, gdzie poszczególne czynności sterujące odbywają się krok po kroku.

Ruch elementu wykonawczego (np. tłoczyska siłownika) odbywa się w jednym takcie, po podaniu sygnału z zaworu sterowanego ręcznie, przy założeniu oczywiście spełnienia ustalonych warunków początkowych np. istnienia ciśnienia w instalacji, zajętej określonej pozycji tłoka w siłowniku. Wykonanie kolejnego taktu wymaga ponownego podania sygnału wejściowego. Taki sposób sterowania wykorzystywany jest zarówno w układach ze sterowaniem bezpośrednim jak i pośrednim elementami wykonawczymi (silnikami lub siłownikami). Wbrew nazwie sterowanie ręczne (manualne, ang. manual controls) może być realizowane zarówno za pomocą ręki lub też nogi, czyli wykonywane bezpośrednio przez operatora.

**Tabela 6.1 Sterowanie ręczne zaworami rozdzielającymi**

<p>Zawór sterowany przyciskiem – z możliwością wymiany przycisków</p> 	<p>przełącznik z blokadą (ang. Toggle operated)</p> 	<p>grzybek bez blokady (ang. Impact head without detent)</p> 	<p>grzybek z blokadą (ang. Impact head with detent)</p> 	<p>przycisk (ang. Push button operated)</p> 
<p>Zawór ze sterowaniem w postaci przycisku wciskanego</p> 	<p>Zawór ze sterowaniem w postaci pedału dwupołożeniowego</p> 	<p>Zawór ze sterowaniem w postaci pedału jednopolożeniowego</p> 		
<p>Zawór ze sterowaniem w postaci dźwigni</p> 	<p>Zawór ze sterowaniem w postaci dźwigni</p> 	<p>Zawór ze sterowaniem w postaci suwaka</p> 		

W tabeli 6.1 pokazano kilka przykładów sterowania ręcznego. Wprowadzana przez producentów unifikacja w budowie zaworów spowodowała, że do określonego typu korpusu zaworu można zainstalować wiele różnych rodzajów sterowań. Przykładowo zamieszczony w tabeli 6.1 zawór sterowany przyciskiem – z możliwością wymiany przycisków, umożliwia w efekcie finalnym uzyskanie min. czterech rodzajów „różnych” zaworów. Nawet w przypadku, gdy zawór jest monostabilny, to zainstalowanie do niego sterowania bistabilnego (np. przełącznik z blokadą) zmienia funkcjonalność tego zaworu. Wówczas zawór ten zostaje tak długo przesterowany, jak długo jest przestawiony jest

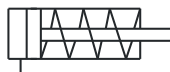
przełącznik. Po zmianie pozycji przełącznika zawór samoczynnie powraca do położenia wyjściowego.

Sterowanie prędkością ruchu tłoka w układach pneumatycznych nastrocza wiele trudności, głównym ich powodem jest ściśliwość powietrza jako czynnika roboczego. Nie istnieje jednoznaczna odpowiedź, w jaki sposób najlepiej sterować prędkością ruchu tłoka, aby uzyskać płynne przemieszczenia. Zależy to przede wszystkim od konfiguracji mechanicznej układu, w którym znajduje siłownik, od sposobu jego obciążenia, wymaganych parametrów ruchu. W pozycjach literaturowych w układach pneumatycznych zaleca się sterowanie prędkością ruchu tłoka przez dławienie czynnika roboczego na wylocie z komory, ponieważ ten sposób sterowania umożliwia uzyskanie bardziej stabilnej prędkości ruchu tłoczyska, zwłaszcza dla ruchu powolnego [3].

Zawory dławiące i dławiąco-zwrotne są stosowane w układach pneumatyki do regulacji natężenia przepływu sprężonego powietrza. Pozwalają na bezstopniowe nastawianie prędkości ruchu siłowników i silników pneumatycznych. Zawory dławiące i dławiąco-zwrotne mogą być montowane bezpośrednio w przyłączy siłownika lub na przewodzie z czynnikiem roboczym. Zawory dławiąco-zwrotne umożliwiają swobodny przepływ czynnika roboczego w jednym kierunku i regulację natężenia przepływu tego czynnika w kierunku przeciwnym. Zawory zwrotne umożliwiają swobodny przepływ czynnika roboczego w jednym kierunku, w drugim uniemożliwiają przepływ (patrz. tab. 4.6).

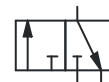
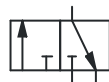
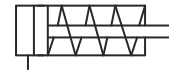
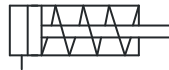
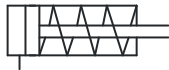
### **Przebieg ćwiczenia**

- a) Zrealizować układ zasilania siłownika jednostronnego działania wykorzystując w charakterze elementu sterującego zawór rozdzielający 3/2 sterowany przyciskiem. Po zmontowaniu uzupełnić schemat układu.



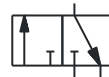
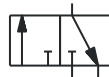
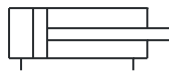
- b) Zrealizować układ zasilania siłownika jednostronnego działania umożliwiający nastawianie różnych prędkości tłoczyska siłownika.

- Zapewnić możliwość nastawiania prędkości wysuwu siłownika jednostronnego działania wykorzystując zawór dławiąco-zwrotny. Po zmontowaniu uzupełnić schemat układu.
- Zapewnić możliwość nastawiania prędkości powrotu siłownika jednostronnego działania wykorzystując zawór dławiąco-zwrotny.
- Zapewnić możliwość nastawiania prędkości siłownika jednostronnego działania w obydwu kierunkach pracy.

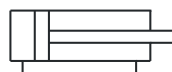


c) Zrealizować układ sterowania siłownikiem dwustronnego działania wykorzystując w charakterze elementu sterujących:

- dwa zawory rozdzielające 3/2 sterowane przyciskiem. Po zmontowaniu uzupełnić schemat układu.

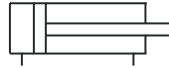


- zawór 5/2 ze sprężyną zwrotną, sterowany mechanicznie za pomocą przełącznika bistabilnego. Po zmontowaniu uzupełnić schemat układu.

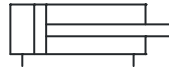


d) Zrealizować układy sterowania siłownikiem dwustronnego działania z wykorzystaniem zaworów dławiąco-zwrotnych, które zapewniają:

- nastawienie prędkości z dławieniem na wlocie do komór siłownika. Po zmontowaniu uzupełnić schemat układu.



- nastawienie prędkości z dławieniem na wylocie z komór siłownika. Po zmontowaniu uzupełnić schemat układu.



- e) Zrealizować powyższe układy wykorzystując oprogramowanie do symulacji działania układów pneumatycznych, przeprowadzić symulacje pracy układów.

## 2. LITERATURA

### Książki

- [1] Szenajch W. Napęd i sterowanie pneumatyczne, WNT, Warszawa 1992.
- [2] Szenajch W. Przyrządy uchwytu i sterowanie pneumatyczne, WNT, Warszawa 1983.
- [3] Niezgoda J., Pomierski W.: Sterowanie pneumatyczne ćwiczenia laboratoryjne, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 1998
- [4] Lewandowski D.i inni.: Pneumatyka i hydraulika urządzeń mechanicznych - laboratorium. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 1999
- [5] Węsierski Ł.: Podstawy pneumatyki. AGH, Kraków, 1990
- [6] Węsierski, Ł. N.; Rzeczywiste działanie elementów pneumatycznych, Pneumatyka; 2000 | nr 5 | 20-22
- [7] Świder J., Sterowanie i automatyzacja procesów technologicznych i układów mechatronicznych, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2006

### Normy

- [8] PN - ISO 1219-1 1991 - Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne -- Symbole graficzne i schematy układów -- Symbole graficzne
- [9] PN-ISO 1219-2:1998, Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne -- Symbole graficzne i schematy układów -- Schematy układów
- [10] PN-M-73001:1991 + Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne. Terminologia.
- [11] PN-ISO 2944:2005 - Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne -- Ciśnienia nominalne
- [12] PN-ISO 3320:1998 - Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne -- Średnice cylindrów i średnice tłoczków -- Szereg metryczny
- [13] PN-ISO 3322:1998 - Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne -- Cylindry (siłowniki) -- Ciśnienia nominalne
- [14] PN-ISO 4393:1998 - Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne -- Cylindry -- Skoki tłoka; szereg podstawowy
- [15] PN-ISO 4397:1994 - Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne -- Łączniki i części współpracujące -- Średnice nominalne zewnętrzne przewodów sztywnych lub półsztywnych i średnice nominalne wewnętrzne przewodów giętkich
- [16] PN-M-73020:1973 - Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne -- Elementy i zespoły hydrauliczne i pneumatyczne -- Ogólny podział i oznaczenie

### Strony www z okresu 01.01.-30.01.2013

- |  |   |
|--|---|
| [17] Materiały firmy FESTO                               | <a href="http://www.festo.com">www.festo.com</a>                      |
| [18] Materiały firmy PNEUMAT                             | <a href="http://www.pneumat.com.pl">www.pneumat.com.pl</a>            |
| [19] Materiały firmy CAMOZZI                             | <a href="http://www.camozzi.com">www.camozzi.com</a>                  |
| [20] Materiały firmy SMC                                 | <a href="http://www.smc.pl">www.smc.pl</a>                            |
| [21] Materiały firmy AIR-COM                             | <a href="http://air-com.pl">http://air-com.pl</a>                     |
| [22] Materiały firmy BIBUS MENOS                         | <a href="http://www.bibusmenos.pl">www.bibusmenos.pl</a>              |
| [23] Materiały firmy PREMA                               | <a href="http://www.prema.pl">www.prema.pl</a>                        |
| [24] Materiały firmy CADWIT                              | <a href="http://www.cadwit.pl">www.cadwit.pl</a>                      |
| [25] Materiały firmy MINDMAN                             | <a href="http://www.mindman.com.tw">www.mindman.com.tw</a>            |
| [26] Napęd i Sterowanie Hydrauliczne i Pneumatyczne      | <a href="http://www.hip.agh.edu.pl">www.hip.agh.edu.pl</a>            |
| [27] Materiały firmy Air-Com                             | <a href="http://www.air-com.pl">www.air-com.pl</a>                    |
| [28] Politechnika Krakowska, Instytut Konstrukcji Maszyn | <a href="http://graf.mech.pk.edu.pl/">http://graf.mech.pk.edu.pl/</a> |