



PIOTR PAWEŁKO

NAPĘD I STEROWANIE PNEUMATYCZNE
PODSTAWY
ĆWICZENIA LABORATORYJNE

Schematy pneumatyczne

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, ISBN
978-83-7518-614-7, 2013, Szczecin

SZCZECIN 2014

1. Schematy pneumatyczne

Schematy funkcjonalne układów pneumatycznych 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 pneumatycznych ujęte zostały w normach:

- **PN-ISO 1219-1:1994**— „Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne. Symbole graficzne i schematy układów. *Symbole graficzne*” zgodną z normą ISO 1219-1:1991 [8],
 - **PN-ISO 1219-2:1998** – „Napędy i sterowania hydrauliczne i pneumatyczne. Symbole graficzne i schematy układów. *Schematy układów*.” zgodną z normą ISO 1219-2:1995 [9].
- Znajomość symboliki zawartej w normach jest podstawą czytania i tworzenia schematów układów pneumatycznych i hydraulicznych. Tak jak rysunek techniczny jest nazywany językiem inżynierów, tak symbolika zawarta w normach jest „językiem” hydraulików i pneumatyków.








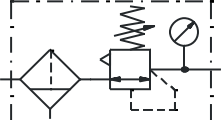
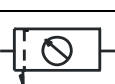
Normy PN-ISO 1219 – 1/2 dopuszczają stosowanie dwóch rodzajów symboli graficznych m.in. dla zaworów sterowanych pośrednio, w tym także rozdzielaczy. Wyróżnia się symbole uproszczone i symbole szczegółowe. Jeżeli nie ma potrzeby dostarczenia informacji o specyfice działania poszczególnego elementu, wówczas stosowane są symbole uproszczone. Dotyczy to szczególnie pneumatyki, natomiast w schematach układów hydraulicznych stosuje się częściej symbole szczegółowe. Również katalogi większości firm oferujących pneumatykę, zawierają symbole uproszczone [17]-[23]. Jednak znajomość symbolu szczegółowego pozwala w niektórych przypadkach na precyzyjne odczytanie właściwości funkcjonalnych rozdzielacza.

Poprawnie narysowany symbol graficzny rozdzielacza powinien zawierać składowe elementy graficzne i oznaczenia, które umożliwią uzyskanie wszystkich informacji o jego właściwościach funkcjonalnych. Wybrane symbole graficzne elementów napędów i sterowań pneumatycznych, stosowane na schematach funkcjonalnych układów, przedstawiono w tabelach 4.1-4.6, zestawiając je w grupy elementów.

Czynnikiem roboczym w układach pneumatycznych w większości przypadków jest sprężone powietrze, rzadziej poddane podciśnieniu. Dostarczane do układu pneumatycznego powietrze powinno być więc sprężone do odpowiedniej wartości ciśnienia i właściwie przygotowane. Źródłem sprężonego powietrza są sprężarki lub stacje sprężarek, w zależności od wymaganego ciśnienia i wydajności. Na schematach










pneumatycznych często stosuje się symbol uproszczony źródła sprężonego powietrza - Tabela 4.1. Przygotowanie sprężonego powietrza obejmuje usunięcie z niego wilgoci i zanieczyszczeń. Zasadnicze osuszanie i filtrowanie odbywa się w osuszaczu i filtrze, będących w wyposażeniu stacji zasilania. Jeżeli następuje konieczność lokalnego ustalenia parametrów sprężonego powietrza, zależnie od indywidualnych cech układu napędu i sterowania, odbywa się to w indywidualnym zespole przygotowania sprężonego powietrza, instalowanym przy urządzeniu wykorzystującym sprężone powietrze - Tabela 4.1. Taki zespół składa się z: filtra, zaworu redukcyjnego oraz smarownicy — nasycającej powietrze mgłą olejową, oraz może być wyposażony w układ odczytu wartości ciśnienia - manometr. Zespół ten na schematach przedstawia się często symbolem uproszczonym.

Tabela 4.1 Symbole graficzne elementów przygotowania sprężonego

| Symbol graficzny | Zastosowanie i objaśnienie symbolu |
|---|--|
|  | Sprężarka |
|  | Osuszacz |
|  | Filtr ze spustem kondensatu |
|  | Zawór redukcyjny |
|  | Źródło ciśnienia |
|  | Manometr |
|  | Smarownica |
|  | Zespół przygotowania sprężonego powietrza – symbol szczegółowy |
|  | Zespół przygotowania sprężonego powietrza – symbol uproszczony |


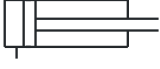
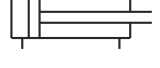
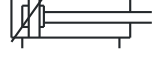
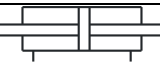


Przewody robocze na schematach rysuje się linią ciągłą, natomiast przewody układów sterowania rysuje się linią przerywaną. Połączenia czy rozgałęzienia przewodów zaznacza się wyraźnie kropką na przecięciu linii (tabela 4.2).

Tabela 4.2 Elementy przeniesienia energii

| Symbol graficzny | Zastosowanie i objaśnienie symbolu |
|---|---------------------------------------|
|  | Przewód roboczy |
|  | Przewód sterowania |
|  | Połączenie przewodów |
|  | Skrzyżowanie przewodów (bez łączenia) |
|  | Zaznaczenie zwartej konstrukcji |
|  | Odpowietrzenie |
|  | Tłumik hałasu |
|  | Pojemność pneumatyczna |
|  | Zbiornik sprężonego powietrza |

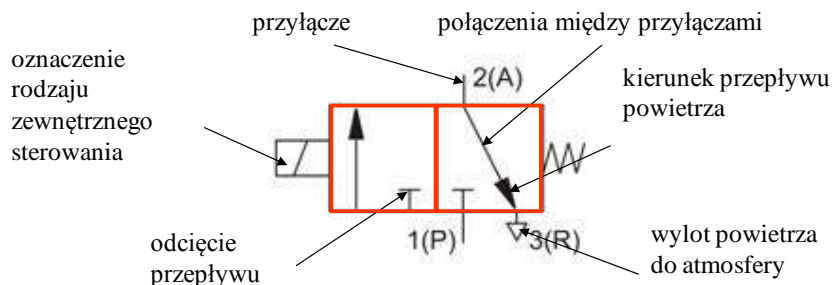
Elementy robocze, zwane aktuatorami, zmieniające energię sprężonego ciśnienia na energię mechaniczną, dzieli się na dwie grupy: siłowniki i silniki pneumatyczne. Zestawienie podstawowych elementów zamieszczono w tabeli 4.3

Tabela 4.3 Symbole graficzne wybranych aktuatorów pneumatycznych

| Symbol graficzny | Zastosowanie i objaśnienie symbolu |
|---|---|
|  | Siłownik jednostronnego działania – pchający, ze sprężyną zwrotną |
|  | Siłownik jednostronnego działania – pchający |
|  | Siłownik dwustronnego działania z jednostronnym tłoczyskiem |
|  | Siłownik dwustronnego działania z nastawną obustronną amortyzacją |
|  | Siłownik dwustronnego działania z dwustronnym tłoczyskiem |
|  | Siłownik o ruchu obrotowym wahadłowym |
|  | Silnik pneumatyczny |

Przepływem powietrza sterują zawory rozdzielające Tabela 4.4. Zawór rozdzielający przedstawia się jako zespół kwadratów, przy czym poszczególne kwadraty określają położenie elementu sterującego (stan zaworu rozdzielającego). Liczba przyłączy w kwadracie wskazuje, ile dróg zawiera zawór rozdzielający. Linie wskazują połączenie

między przyłączami, a strzałki - kierunek przepływu powietrza. Wylot powietrza do atmosfery oznacza się za pomocą trójkąta (rys. 4.1), jeżeli wylot jest zabudowany na stałe w elemencie, nie ma możliwości przyłączenia do wylotu odpowietrznika, filtra, tłumika, wówczas trójkąt rysuje się bezpośrednio przy kwadracie, bez wykazywania przyłącza.



Rys. 4.1. Symbolika stosowana w schematach funkcjonalnych rozdzielaczy.

Tabela 4.4 Symbole graficzne wybranych zaworów rozdzielających













| Symbol graficzny | Zastosowanie i objaśnienie symbolu |
|------------------|--|
| | Zawór dwudrogowy dwupołożeniowy 2/2 normalnie zamknięty |
| | Zawór dwudrogowy dwupołożeniowy 2/2 normalnie otwarty |
| | Zawór trójdrogowy dwupołożeniowy 3/2 normalnie zamknięty |
| | Zawór trójdrogowy dwupołożeniowy 3/2 normalnie otwarty |
| | Zawór czterodrogowy dwupołożeniowy 4/2 |
| | Zawór pięciodrogowy dwupołożeniowy 5/2 |
| | Zawór czterodrogowy trójpołożeniowy 4/3, w pozycji środkowej zasilanie odcięte |
| | Zawór pięciodrogowy trójpołożeniowy 5/3, w pozycji środkowej zasilanie odcięte |

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

| | | |
|---------|---------------------------|---------|
| A, B, C | przyłącza robocze | 2, 4, 6 |
| P | przyłącze zasilające | 1 |
| R, S | przyłącze odpowietrzające | 3, 5 |




Rodzaj zastosowanego rodzaju sterowania zaworu rozdzielającego (tabela 4.5) umieszcza się z boku symbolu zaworu – z prawej lub lewej strony narysowanego kwadratu. Możliwe są praktycznie wszystkie zestawienia zaworów z istniejącymi rodzajami sterowania.



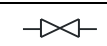
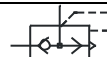
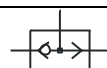
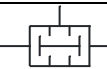
Tabela 4.5 Oznaczenie sterowania zaworami

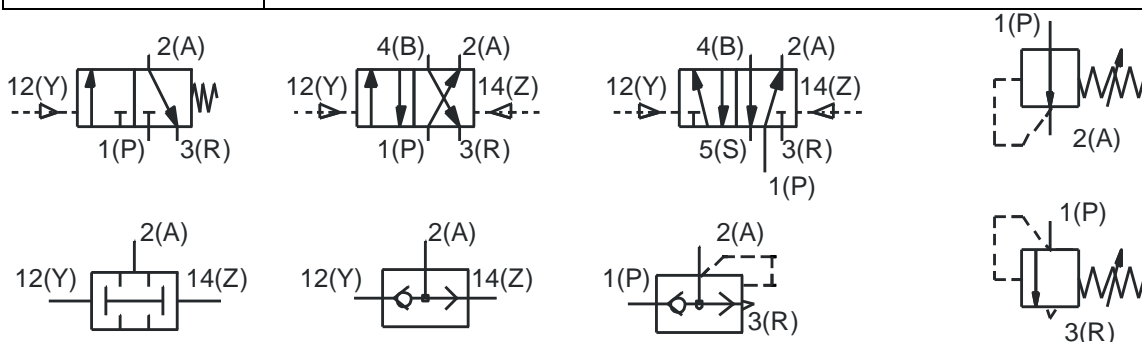
| Symbol graficzny | Zastosowanie i objaśnienie symbolu |
|---|---|
|  | Sterowanie ręczne (ogólne) |
|  | Sterowanie przyciskiem wciskanym |
|  | Sterowanie przy pomocy dźwigni |
|  | Sterowanie za pomocą pedału |
|  | Sprężyna zwrotna |
|  | Popychacz mechaniczny |
|  | Sterowanie przy pomocy rolki |
|  | Sterowanie przy pomocy rolki łamanej |
|  | Sterowanie pneumatyczne przez wzrost ciśnienia (nadcisnienie) |
|  | Sterowanie pneumatyczne przez spadek ciśnienia (podcisnienie) |
|  | Starowanie przy pomocy cewki |
|  | Sterowanie elektropneumatyczne |

Symbole graficzne pozostałych zaworów pneumatycznych, sterujących ciśnieniem lub natężeniem przepływu sprężonego powietrza, mają zróżnicowaną grafikę — tabela 4.6. Naniesienie na element skośnej strzałki symbolizuje element nastawny w zaworze.

Tabela 4.6 Symbole graficzne zaworów sterujących ciśnieniem i przepływem

| Symbol graficzny | Zastosowanie i objaśnienie symbolu |
|---|--|
|  | Zawór bezpieczeństwa |
|  | Zawór redukcyjny – <i>regulator ciśnienia</i> |
|  | Zawór dławiący nastawny – <i>regulator przepływu</i> |

| | |
|---|--|
|  | Zawór zwrotny |
|  | Zawór dławiąco-zwrotny nastawny |
|  | Zawór odcinający |
|  | Zawór szybkiego spustu |
|  | Zawór alternatywy – przełącznik obiegu |
|  | Zawór koniunkcji – podwójnego sygnału |



Rys. 4.2. Przykładowe oznaczenia przyłączy w zaworach pneumatycznych

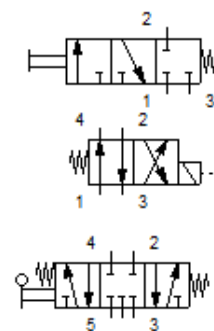
Ze względu na odmiany sterowania, a ściślej sposób uzyskiwania poszczególnych położeń głównego elementu sterującego rozróżnia się:

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

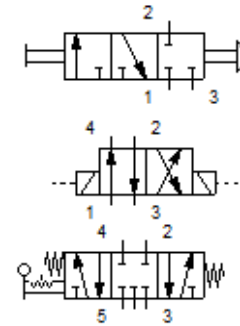
Ponadto można dodatkowo rozróżnić:

- zawory powracające do położenia początkowego po odjęciu sygnału sterującego (zawory unistabilne lub monostabilne):

„uni- ” oraz „mono-” jako prefiks oznacza „jedno-”.



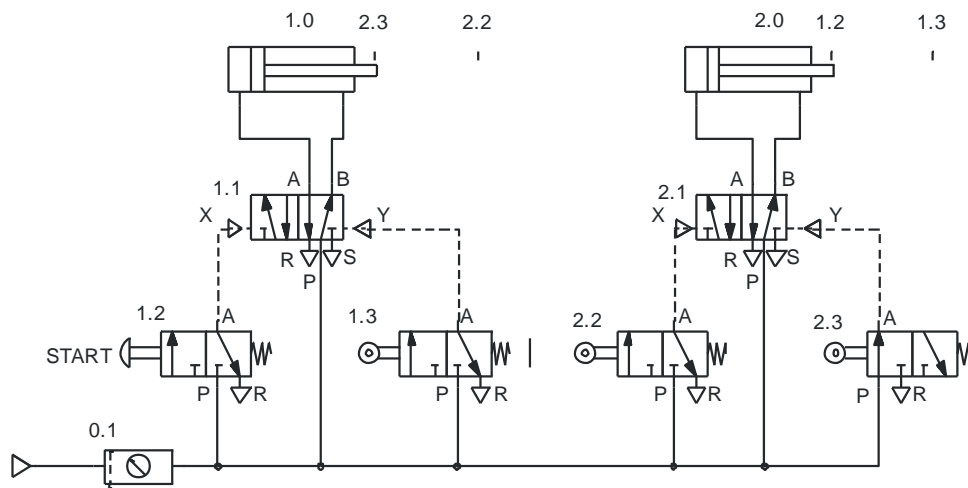
- zawory utrzymujące położenie sterowane po odcięciu sygnału sterującego (zawory bistabilne lub multistabilne):
 „bi-” jako prefiks oznacza „dwu-”,
 „multi-” jako prefiks oznacza „wielo-”.



Przyjęto ogólne zasady rysowania schematów pneumatycznych:

1. Schemat układu sterowania powinien być podzielony na oddzielne zespoły zawierające element napędowy (np. siłownik) oraz elementy sterujące jego ruchami.
2. Zaleca się rysowanie wszystkich siłowników i zaworów rozdzielających na jednakowych poziomach.
3. Zespoły powinny być uszeregowane, o ile to możliwe, w kierunku od lewego do prawego w kolejności startu poszczególnych elementów napędowych.
4. Schemat połączeń należy rysować w kierunku przebiegu sygnału, tj. od dołu do góry; nie jest wymagane uwzględnianie przestrzennego rozmieszczenia.
5. Położenie pneumatycznych ew. elektrycznych łączników drogowych (krańcowych) oznacza się pionową kreską umieszczoną prostopadle na drodze przemieszczającego się elementu (np. tłoczyska siłownika).
6. Elementy pneumatyczne powinny być rysowane w położeniu, jakie zajmują w układzie na chwilę przed podaniem sygnału START.
7. Siłowniki i zawory rozdzielające powinny być zasadniczo rysowane poziomo.
8. Przewody należy rysować liniami prostymi (poziomymi lub pionowymi), unikając ich wzajemnego przecinania się.

Przykładowe schematy układów pneumatycznych pokazano na rys. 4.3-4.4.



**Rys. 4.3. Przykładowy schemat układu pneumatycznego z oznaczeniami elementów
za pomocą cyfr**

Oznaczenia elementów na schemacie można dokonać za pomocą cyfr lub liter. Przyjmując oznaczenie elementów za pomocą cyfr, gniazda należy opisać literami i odwrotnie.

Oznaczenie elementów za pomocą cyfr polega na numerowaniu zespołów, a następnie numeracji wewnątrz zespołu.

Podział na zespoły:

- 0 - elementy zasilania sprężonym powietrzem,
- 1, 2, 3 - zespoły przyporządkowane siłownikom.

Numerowanie wewnątrz zespołu:

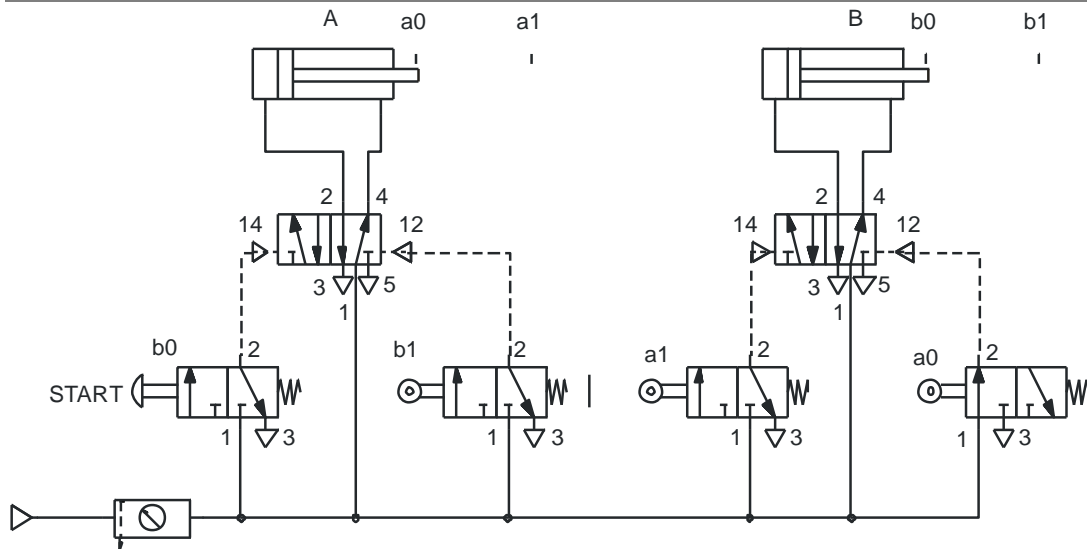
- 0 - elementy wykonawcze (siłowniki, silniki),
- 1 - elementy sterujące kierunkiem przepływu sprężonego powietrza (zawory rozdzielające),
- 2, 4 - elementy wejściowe powodujące ruch do przodu siłownika (liczby parzyste),
- 3, 5 - elementy wejściowe powodujące ruch powrotny siłownika (liczby nieparzyste),
- 01, 02 - elementy nie wpływające na wywołanie czy zmianę kierunku ruchu, np. zawory dławiące, przekaźniki czasowe.

Przykład układu pneumatycznego z naniesionymi oznaczeniami cyfrowymi elementów pokazano na rys. 4.3. W przypadku bardziej rozbudowanych układów sygnały jednego elementu oddziałują także na inne zespoły i nie zawsze jest możliwe jednoznaczne przyporządkowanie elementu do danej grupy.

Oznaczenie za pomocą liter stosowane jest przede wszystkim w przypadku rozbudowanych schematów połączeń. Obowiązują tu następujące zasady:

- 1) elementy robocze oznaczane są dużymi literami: A, B, C,
- 2) elementy wejściowe oznaczane są małymi literami: a, b, c,
- 3) elementy wejściowe przypisywane są do siłowników, którymi sterują.

Rysunek 4.4 pokazuje układ pneumatyczny z rys. 4.3, tym razem z oznaczeniami literowymi elementów.



Rys. 4.4. Przykładowy schemat układu pneumatycznego z oznaczeniami elementów za pomocą liter

Przebieg ćwiczenia:

1. Zapoznać się z budową podstawowych elementów napędu i sterowania pneumatycznego (elementy przygotowania sprężonego powietrza, siłowniki tłokowe, zawory rozdzielające).
2. Przeprowadzić identyfikację symboli graficznych i gniazd przyłączeniowych na elementach wyposażenia stanowisk dydaktycznych.
3. Zapoznać się z techniką montażu i łączenia elementów na tablicach symulacyjnych.
4. Zapoznać się z dostępnym oprogramowaniem wspomagającym rysowania schematów funkcjonalnych oraz symulacją pracy układów pneumatycznych i hydraulicznych.
5. Odczytać i opisać zasadę działania układu pneumatycznego przedstawionego przez prowadzącego.

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