



PIOTR PAWEŁKO

NAPĘD I STEROWANIE PNEUMATYCZNE
PODSTAWY
ĆWICZENIA LABORATORYJNE

**Funkcje logiczne realizowane na zaworach
pneumatycznych**

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. Funkcje logiczne realizowane na zaworach pneumatycznych

Do opisu działania elementów pneumatycznych stosuje się powszechnie dwuelementową algebrę Boole'a. Działania na zmiennych (obiektach), które przyjmują jedynie dwie wartości

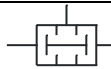
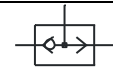
- w logice formalnej „prawda” lub „fałsz” (inaczej „T” lub „F”)
- w systemach cyfrowych „włączony” lub „wyłączony” inaczej „1” lub „0”

Wyrażenia boolowskie powstają w wyniku połączenia zmiennych i działań (operacji) na nich, a podstawowe operatory to: AND, OR, NOT.

Operator Boole'a można zdefiniować przy pomocy tabeli lub matrycy prawdy (ang. truth table). W tabeli rozróżnia się kolumny danych wejściowych i kolumnę danych wyjściowych (tab.8.1).

- Operator AND nazywa się koniunkcją lub iloczynem logicznym,
- Operator OR nazywa się alternatywą lub sumą logiczną,
- Operator NOT nazywa się negacją lub zaprzeczeniem, zapisuje przy pomocy kreski nad argumentem (\bar{e}), poprzedza znakiem \sim ($\sim e$) lub \neg ($\neg e$), czyta się jako „nie e”.

Tabela 8.1 Tablice prawdy

						NOT X	
X AND Y			X OR Y			X	$\sim X$
X	Y	$X \cdot Y$	X	Y	$X + Y$	X	$\sim X$
0	0	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	1	1	0
1	0	0	1	0	1	1	0
1	1	1	1	1	1	1	0

Funkcja boolowska składa się z przynajmniej jednej zmiennej boolowskiej, przynajmniej jednego operatora boolowskiego oraz przynajmniej jednego argumentu ze zbioru $\{0,1\}$. Na wyjściu daje jeden element zbioru $\{0,1\}$.

Dla przykładu zaprezentowano tablicę prawdy dla funkcji boolowskiej $F(x,y,z) = x \cdot (\sim z) + y$. Dla obliczenia bardziej złożonych, skomplikowanych funkcji boolowskich wygodnie jest rozbić ją na kilka kolumn, reprezentujących poszczególne kroki wyliczeń.

$F(x,y,z) = x \cdot (\sim z) + y$					
x	y	z	$\sim z$	$x \cdot (\sim z)$	$x \cdot (\sim z) + y$
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	1
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	1
1	0	1	0	0	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	0	1

W algebrze Boole'a obowiązują priorytety operatorów, co wpływa istotnie na wybór kolumn pośrednich przy obliczaniu wartości funkcji boolowskiej, a mianowicie kolejność wykonywania operacji jest następująca:

- 1. NOT, 2. AND , 3. OR,**

Ponadto funkcjonują tożsamości boolowskie:

- element neutralny, własności „zera” i „jedyńki” (prawa pochłaniania), idempotentność (prawa tautologii), uzupełnienie (prawo sprzeczności i wyłączonego środka),

Identity Name	AND Form	OR Form
Identity Law	$1x = x$	$0 + x = x$
Null Law	$0x = 0$	$1 + x = 1$
Idempotent Law	$xx = x$	$x + x = x$
Inverse Law	$x\bar{x} = 0$	$x + \bar{x} = 1$

- przemienność, łączność, rozdzielność (drugie i pierwsze prawo rozdzielności),

Identity Name	AND Form	OR Form
Commutative Law	$xy = yx$	$x+y = y+x$
Associative Law	$(xy)z = x(yz)$	$(x+y)+z = x + (y+z)$
Distributive Law	$x+yz = (x+y)(x+z)$	$x(y+z) = xy+xz$

- absorpcja, prawo De Morgana, podwójne zaprzeczenie (prawo podwójnego przeczenia),

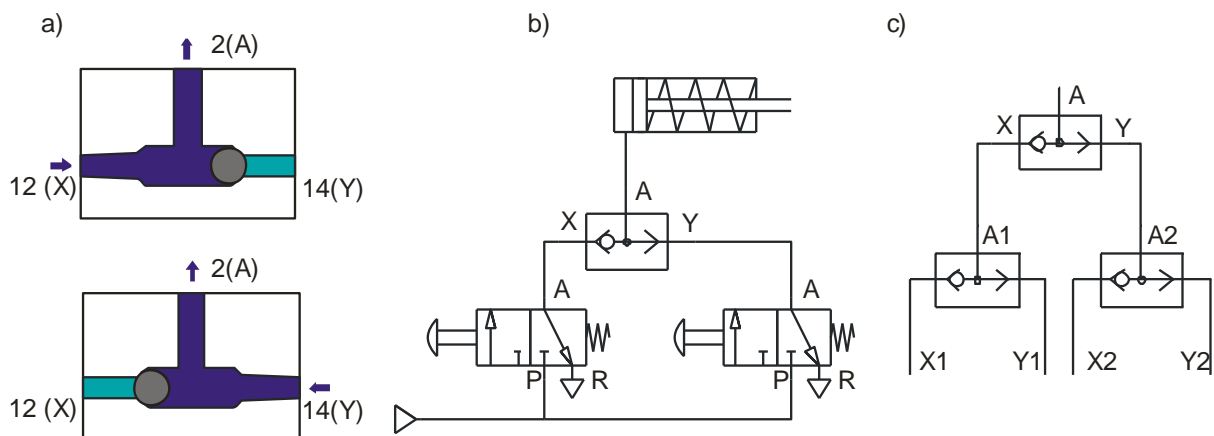
Identity Name	AND Form	OR Form
Absorption Law	$x(x+y) = x$	$x + xy = x$
DeMorgan's Law	$\overline{(xy)} = \bar{x} + \bar{y}$	$\overline{(x+y)} = \bar{x}\bar{y}$
Double Complement Law	$\overline{(\bar{x})} = x$	

8.1 Przełącznik obiegu

Przełącznik obiegu to pneumatyczny zawór logiczny realizujący funkcję alternatywy czyli sumy logicznej (LUB, OR). Posiadają dwa wejścia (np. X,Y) i jedno wyjście (np. A) (rys. 8.1a). Sygnał na wyjściu pojawia się, gdy chociaż jedno z wejść jest zasilane. Gdy sygnał pojawia się tylko na jednym, drugie jest odcinane. Przełącznik obiegu, nazywany jest również podwójnym zaworem zwrotnym.

Zgodnie z ilustracją (rys.8.1 a), pojedynczy sygnał wejściowy X lub Y powoduje powstanie sygnału wyjściowego A. Kulka odcina jednocześnie wypływ powietrza przez drugie wejście Y lub X. Przy równoczesnym zasilaniu obu wejść X i Y na wyjściu A pojawia się sygnał pochodzący z wejścia o większej wartości ciśnienia.

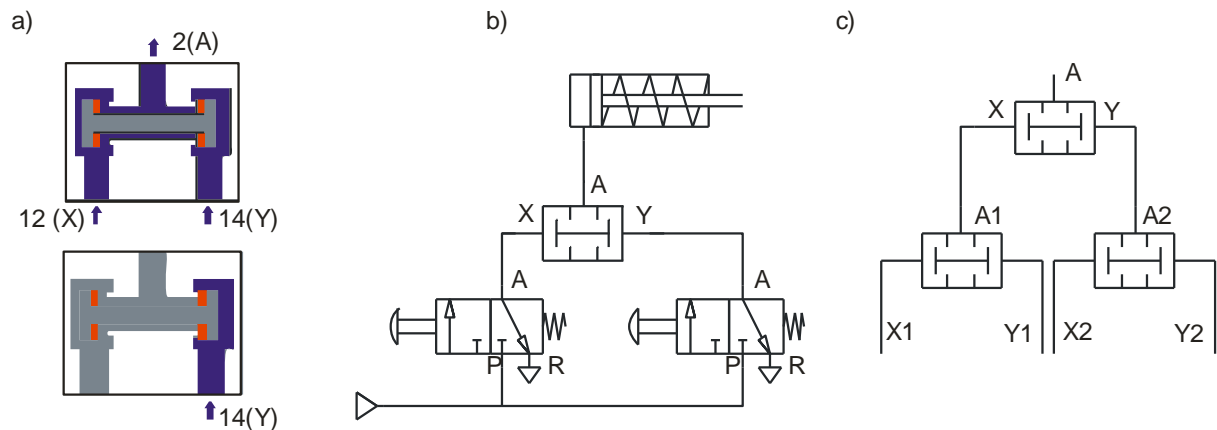
Przełącznik obiegu stosuje się w układach, w których z dwóch miejsc podawany jest sygnał powodujący to samo działanie. Przykład zastosowania przełącznika obiegu pokazano na rys. 8.1b. Siłownik może w tym przypadku być sterowany przyciskiem lub pedałem. Przy większej ilości sygnałów sterujących należy zastosować więcej przełączników obiegu, przy czym zawsze liczba przełączników obiegu jest mniejsza o jeden od liczby sygnałów sterujących (rys. 8.1c).



Rys. 8.1. Zastosowanie przełącznika obiegu: a) uproszczony schemat konstrukcyjny, b) sterowanie siłownikiem z dwóch miejsc, c) łączenie przełączników obiegu

8.2 Zawór podwójnego sygnału

Zawór podwójnego sygnału nazywany też zaworem koniunkcji realizuje iloczyn logiczny "I". Zawór ma dwa wejścia (np. X i Y) i jedno wyjście (np. A) (rys. 8.2a). Sygnał wyjściowy występuje tylko wtedy, gdy istnieją równocześnie oba sygnały wejściowe X i Y. Pojedynczy sygnał wejściowy powoduje przesunięcie tłoczka i zamknięcie drogi przepływu od strony podawania sygnału. Przy zaistnieniu obu sygnałów wejściowych o różnych wartościach ciśnień, na wyjściu pojawi się sygnał o mniejszym ciśnieniu, ponieważ sygnał o większym ciśnieniu sam zablokuje swoją drogę przepływu.



Rys. 8.2. Zastosowanie zaworu podwójnego sygnału: a) uproszczony schemat konstrukcyjny, b) zawór podwójnego sygnału zamontowany w układzie, c) łączenie zaworów podwójnego sygnału

Zawór podwójnego sygnału stosuje się w układach do realizacji blokad i zabezpieczeń, np. ruch tłoczyska siłownika jest możliwy, o ile dwa zawory sterowane ręcznie zostaną przesterowane (rys. 8.2b). Istnieje także możliwość łączenia większej liczby zaworów zdwojonego sygnału, jeżeli działanie urządzenia ma być uzależnione od większej liczby sygnałów wejściowych (rys. 8.2c).

Sposób realizacji funkcji logicznych za pomocą zaworów rozdzielających oraz elementów specjalnych przedstawiono w tabeli 8.2. Symbol trójkąta przedstawiony na schematach funkcjonalnych w tej tabelicy oznacza stałą zerową czyli w przypadku układów pneumatycznych połączenie z atmosferą

Tabela 8.2 Realizacja funkcji dwóch zmiennych za pomocą zaworów rozdzielających [28]

Nazwa funkcji`	x ₂	0	0	1	1	Równanie logiczne	Realizacja elementowa
	x ₁	0	1	0	1		
Stała zerowa	y ₀	0	0	0	0	y ₀ = 0	lub

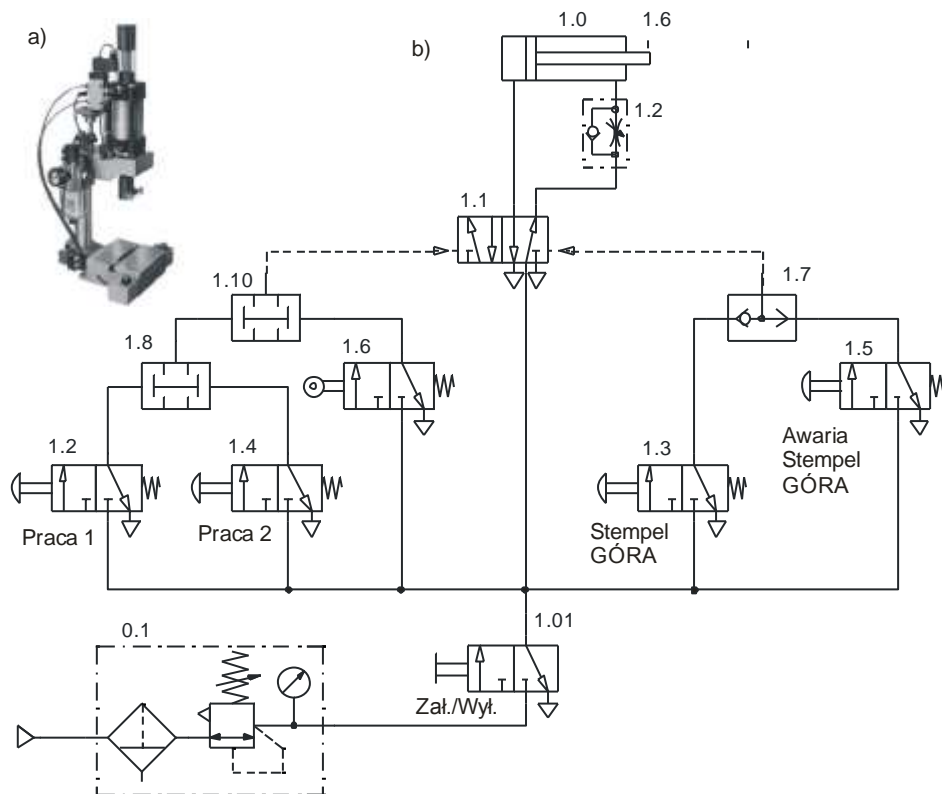
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki

Koniunkcja (iloczyn logiczny)	y_1	0	0	0	1	$y_1 = x_1 \cdot x_2$	
Negacja implikacji (zakaz przez x_1)	y_2	0	0	1	0	$y_2 = \bar{x}_1 \cdot x_2$	
Powtórzenie x_2	y_3	0	0	1	1	$y_3 = x_2$	
Negacja implikacji (zakaz przez x_2)	y_4	0	1	0	0	$y_4 = x_1 \cdot \bar{x}_2$	
Powtórzenie x_1	y_5	0	1	0	1	$y_5 = x_1$	
Negacja równoważności i (nierównoważność)	y_6	0	1	1	0	$y_6 = \bar{x}_2 \cdot x_1 + x_2 \cdot \bar{x}_1$	
Alternatywa (dysjunkcja, suma logiczna)	y_7	0	1	1	1	$y_7 = x_1 + x_2$	

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki

Negacja alternatywy (funkcja Peirce'a) NOR	y_8	1	0	0	0	$y_8 = \overline{x_1 + x_2}$ $y_8 = \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2$	
Równoważność	y_9	1	0	0	1	$y_9 = \bar{x}_1 \cdot \bar{x}_2 + x_1 \cdot x_2$	
Negacja x_1	y_{10}	1	0	1	0	$y_{10} = \bar{x}_1$	
Implikacja $x_2 \rightarrow x_1$	y_{11}	1	0	1	1	$y_{11} = \bar{x}_1 + x_2$	
Negacja	y_{12}	1	1	0	0	$y_{12} = \bar{x}_2$	
Implikacja $x_1 \rightarrow x_2$	y_{13}	1	1	0	1	$y_{13} = x_1 + \bar{x}_2$	
Negacja koniunkcji (funkcja Sheffera)	y_{14}	1	1	1	0	$y_{14} = \overline{x_1 \cdot x_2}$ $y_{14} = \bar{x}_1 + \bar{x}_2$	
Stała jedynekowa	y_{15}	1	1	1	1	$y_{15} = 1$	

Praska pneumatyczna pokazana na rys. 8.3a, jako generator siły posiada siłownik pneumatyczny dwustronnego działania. Po umieszczeniu detalu na stoliku praski, ze względów bezpieczeństwa, ruch roboczy stempla zainstalowanego na tłoczysku siłownika, odbywa się po naciśnięciu obiema rękami dwóch przycisków.



Rys. 8.3. Przykładowy schemat układu pneumatycznego praski z „bezpiecznym” sterowaniem ręcznym

Rozpoczęcie ruchu jest możliwe pod warunkiem, że stempel znajduje się w górnym położeniu. Prędkość ruchu roboczego powinna być nastawialna. Ruch powrotny stempla odbywa się po naciśnięciu kolejnego przycisku. Układ powinien być wyposażony dodatkowo w wyłącznik awaryjny, po naciśnięciu którego stempel unosi się.

Zaproponowany schemat układu pneumatycznego praski pokazano na rys. 8.3b. Zastosowano tu sterowanie pośrednie. Siłownik 1.0 sterowany jest zaworem rozdzielającym 1.1, obustronnie sterowanym pneumatycznie, bistabilnym, typu 5/2. Tylko przy równoczesnym naciśnięciu przycisków 1.2 i 1.4 (Praca 1/2), przy spełnieniu warunku, że wciśnięty jest wyłącznik krańcowy 1.6, możliwy jest ruch roboczy tłoczyska z prędkością nastawioną zaworem dławiącym 1.02 (dławienie na odpływie komory tłoczyskowej). W układzie zastosowano dwa zawory podwójnego sygnału 1.8 i 1.10 i jeden przełącznik obiegu 1.7, przez który podawany jest sygnał do wycofania tłoka z

zaworu sterowanego przyciskiem 1.5 (Awaria Stempel GÓRA) lub przyciskiem 1.3 (Stempel GÓRA). Układ jest zasilany poprzez zespół przygotowania powietrza 0.1. Zawór 1.01 (Zał./Wył.) umożliwia odcięcie układu od źródła ciśnienia.

Przebieg ćwiczenia

- a) Zrealizować realny układ pneumatyczny pozwalający na określenie funkcji logicznych z wykorzystaniem zaworu przełącznika obiegu i zaworu podwójnego sygnału. Uzupełnić tablice prawdy badanych obiektów zgodnie z zaobserwowanym stanem. Wpisać rodzaj funkcji logicznej realizowanej przez odpowiedni zawór.

Symbol:

we. 12 (X)	we. 14 (Y)	wy. 2 (A)
0	0	
1	0	
0	1	
1	1	

Symbol:

we. 12 (X)	we. 14 (Y)	wy. 2 (A)
0	0	
1	0	
0	1	
1	1	

Funkcja logiczna: Funkcja logiczna:

- b) Wykorzystując rozdzielacz 3/2 sterowany pneumatycznie, ze sprężyną powrotną, zrealizować następujące funkcje logiczne:

I. $y = x_1$

II. $y = \overline{x_1}$

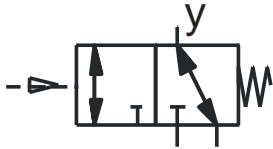
III. $y = x_1 + x_2 + x_2 \cdot x_1$

IV. $y = x_1 \cdot x_2 + \overline{x_2}$

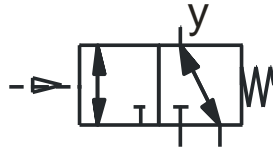
V. $y = x_1 \cdot x_2 + \overline{x_1} \cdot x_3$

Uzupełnić oznaczenia na poniższym rysunku wprowadzając symbole x_1 , x_2 , x_3 odpowiednich wejść zaworu 3/2. Tam gdzie to konieczne zaznaczyć symbol źródła zasilania (stałe „1”) lub odpowietrzenia (stałe „0”).

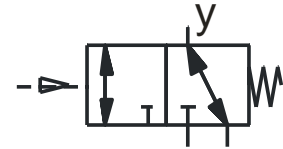
I.



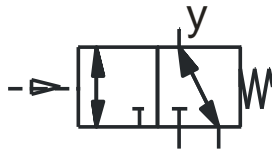
II.



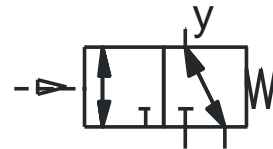
III.



IV.



V.



Jeżeli nie ma możliwości zestawienia układu na stanowisku dydaktycznym, przeprowadzić symulację wykorzystując oprogramowanie na PC.

- c) Zrealizować na stanowisku oraz oprogramowaniu do symulacji pracy układów pneumatycznych dostępnym na PC układ sterowania prasą pneumatyczną zgodny ze schematem z rys. 8.3. Przeprowadzić symulację pracy, wygenerować diagram pracy układu.

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/ |