



PIOTR PAWEŁKO

NAPĘD I STEROWANIE PNEUMATYCZNE
PODSTAWY
ĆWICZENIA LABORATORYJNE

Elementy elektropneumatycznych układów sterowania

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. Elementy elektropneumatycznych układów sterowania

Połączenie sterowania elektrycznego i pneumatycznego stwarza możliwości wykorzystania zalet obu systemów. W sterowaniu elektropneumatycznym po stronie elektrycznej, stanowiącej część informacyjną, realizowane jest przetwarzanie i przenoszenie sygnałów sterujących, zaś po stronie pneumatycznej, stanowiącej część energetyczną, przenoszenie strumienia mocy i sterowanie odbiornikiem.

Przejście ze strony elektrycznej na pneumatyczną odbywa się w przetwornikach elektropneumatycznych typu E/P. Takim przetwornikiem jest zawór rozdzielający elektropneumatyczny. Niezależnie od budowy i wielkości zawór rozdzielający obok funkcji przetwornika spełnia także, funkcję wzmacniacza, np. sygnał elektryczny o niewielkiej mocy – rzędu kilku watów – jest przetwarzany w strumień mocy rzędu kW, który jest zależny od natężenia przepływu i ciśnienia czynnika roboczego. Do budowy układów elektrycznych stosowane są elektromagnesy, przekaźniki, przyciski, wyłączniki krańcowe, czujniki położenia i ciśnienia i inne elementy sterowania elektrycznego, jak też elementy i urządzenia elektroniczne.

Zasadniczą zaletą sterowania elektropneumatycznego jest szybkość przenoszenia sygnałów na znaczne odległości. Szybkość przesyłu informacji po stronie elektrycznej, w połączeniu z szybkością działania napędu pneumatycznego, umożliwia w praktyce sterowanie przebiegiem szybkich procesów produkcyjnych. Przy wyborze rodzaju sterowania, pomiędzy czysto pneumatycznym, a elektropneumatycznym, należy uwzględnić następujące czynniki:

- odległość pomiędzy sterowanymi elementami;
- ilość elementów połączonych ze sobą;
- kombinację połączeń;
- prostotę budowy i konserwacji;
- możliwość programowania;
- koszty inwestycji i eksploatacji.

13.1 Zawory elektropneumatyczne

Pierwszą grupę elementów elektropneumatycznych stanowią zawory rozdzielające, których zadaniem jest łączenie lub zamykanie dróg przepływu sprężonego powietrza, co

umożliwia z kolei sterowanie kierunkiem ruchu odbiorników. Wybrane symbole graficzne tych elementów przedstawiono tabeli 13.1.

Tabela 13.1 Zawory rozdzielające elektropneumatyczne

Zawory rozdzielające monostabilne			Zawory rozdzielające bistabilne		
2/2		normalnie zamknięty, sterowany bezpośrednio	3/2		sterowanie pośrednie
3/2		normalnie zamknięty, sterowany bezpośrednio	5/2		sterowanie pośrednie
		normalnie otwarty, sterowany pośrednio			z pomocniczym sterowaniem ręcznym
3/3		w położeniu środkowym wszystkie drogi odcięte			
5/2		sterowany pośrednio			
5/3		w położeniu środkowym komory odbiornika połączone z atmosferą			

Do sterowania elektropneumatycznego najczęściej wykorzystywane są układy elektryczne zbudowane z elementów o działaniu przekaźnikowym, zwane też układami przełączającymi. Symbole graficzne stosowane w układach elektropneumatycznych przedstawiono w tabeli 13.2.

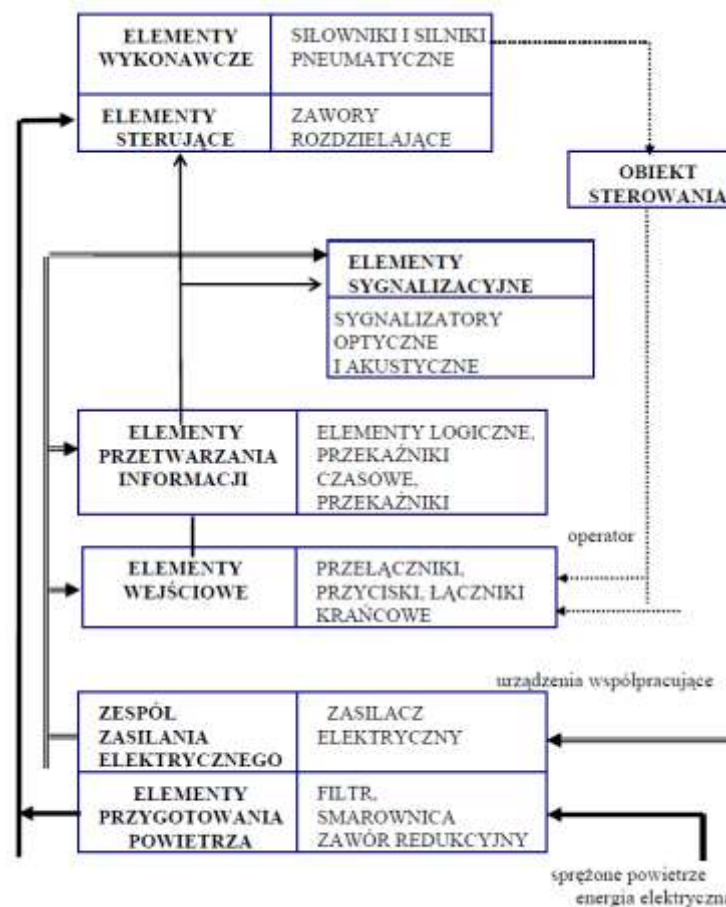
Tabela 13.2 Symbole graficzne układów elektrycznych stosowanych w projektowaniu układów elektropneumatycznych.

Symbol	Znaczenie	Symbol	Znaczenie
	elektromagnes, cewka przekaźnika		zestyk rozwierny przycisku sterowanego ręcznie z podtrzymaniem
	cewka przekaźnika działająca ze zwołką przy wzbudzeniu		zestyk zwierny działający ze zwołką przy zamykaniu
	cewka przekaźnika działająca ze zwołką przy odwzbudzeniu		zestyk rozwierny działający ze zwołką przy zamykaniu
$k1$	zestyk zwierny przekaźnika nr 1		zestyk przełączny
$k1$	zestyk rozwierny przekaźnika nr 1		czujnik zbliżeniowy
$E1$	zestyk zwierny przycisku sterowanego ręcznie		czujnik zbliżeniowy – symbol funkcjonalny
$E1$	zestyk rozwierny przycisku sterowanego ręcznie		lampka sygnalizacyjna
$E1$	zestyk zwierny przycisku sterowanego ręcznie z podtrzymaniem		

Strukturę funkcjonalną elektropneumatycznego układu przedstawiono na rys. 13.1. Ze względu na funkcję w układzie, elementy można podzielić na następujące:

- 1) elementy wykonawcze – zamiana energii sprężonego powietrza na energię mechaniczną,
- 2) elementy sterujące – sterowanie przepływem powietrza do elementów wykonawczych,

- 3) elementy sygnalizacyjne – podawanie informacji o aktualnym stanie sygnałów w określonych miejscach układu,
- 4) elementy przetwarzania informacji – realizacja zależności logicznych pomiędzy sygnałami w celu zapewnienia odpowiedniego sposobu pracy elementów wykonawczych,
- 5) elementy wejściowe – dostarczanie informacji o stanie elementów wykonawczych układu, wprowadzanie do układu informacji typu START, STOP oraz informacji o stanie urządzeń współpracujących,
- 6) elementy przygotowania powietrza – usunięcie ze sprężonego powietrza zanieczyszczeń, nasycenie powietrza mgłą olejową, redukcja wartości ciśnienia do odpowiedniego poziomu,
- 7) elementy zasilania elektrycznego – dostarczenie energii elektrycznej do układu sterującego.

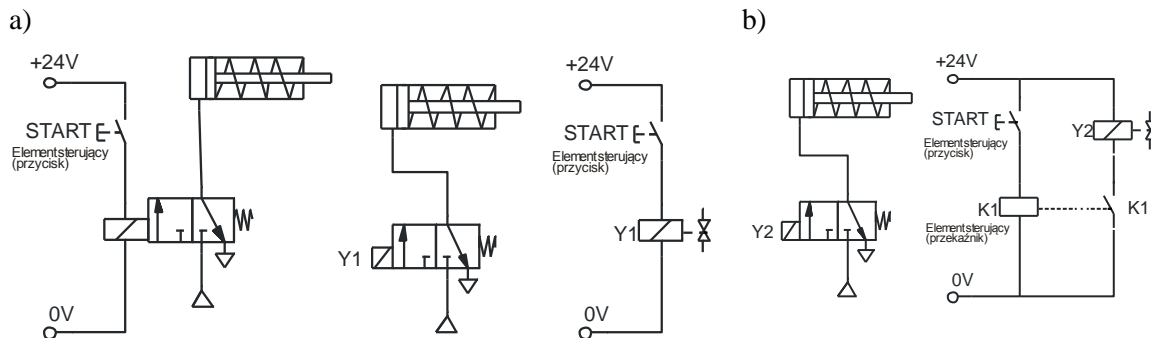


Rys.13.1 Struktura funkcjonalna układu elektropneumatycznego

Układ elektropneumatyczny składa się z dwóch części: pneumatycznej i elektrycznej. W skład części *pneumatycznej* układu elektropneumatycznego wchodzi: elementy wykonawcze, elementy sterujące, elementy zmieniające prędkość ruchu tłoczyśka siłownika, elementy przygotowania powietrza. Elementami *elektrycznymi* są: elementy wejściowe, elementy przetwarzające informacje, elementy sygnalizacyjne, elementy zasilania elektrycznego (rys. 13.2).

W zaworach elektropneumatycznych przesterowanie następuje sygnałem elektrycznym z elementu sterującego oddziałującego na elektromagnes zaworu. Sygnałem elektrycznym jest napięcie.

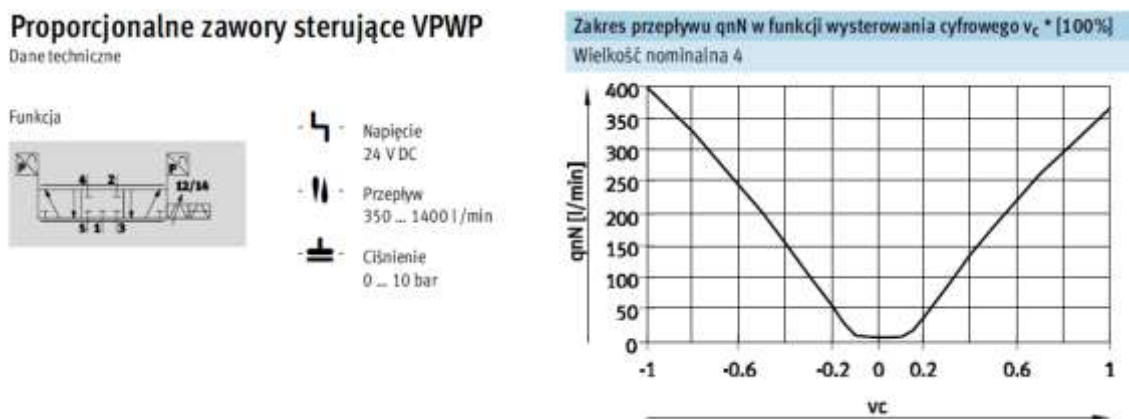
Produkowane są odpowiednio elektrozawory o napięciu prądu zasilającego elektromagnes: stałym DC 12 V, 24V oraz przemiennym AC 110 V, 230V.



Rys. 13.2. Schemat układu pneumoelektrycznego sterowania siłownika jednostronnego działania z wykorzystaniem zaworu 3/2 sterowanego elektrycznie: a) bezpośrednio , b) pośrednio

Proporcjonalne zawory rozdzielające. W zaworach proporcjonalnych uzyskano liniową zależność przemieszczenia np. suwaka zaworu od sygnału wejściowego. Elementem przetwarzającym jest elektromagnes. Zawory te są stosowane w układach pozycjonowania, sterowaniach prędkością siłownika oraz natężeniem przepływu. W tabeli 13.3 przedstawiono przykładowy zawór proporcjonalny firmy Festo typ VPWP wraz z charakterystyką pracy zaworu jednej z jego wielkości nominalnych.

Tabela 13.3 Zawór proporcjonalny firmy Festo typ VPWP – wybrane dane katalogowe



W tabeli 13.4 przedstawiono przykładowe zastosowania zaworu proporcjonalnego firmy Festo typ VPWP wraz z wymaganym osprzętem.

Tabela 13.4 Zawór proporcjonalny firmy Festo typ VPWP – przykłady zastosowania



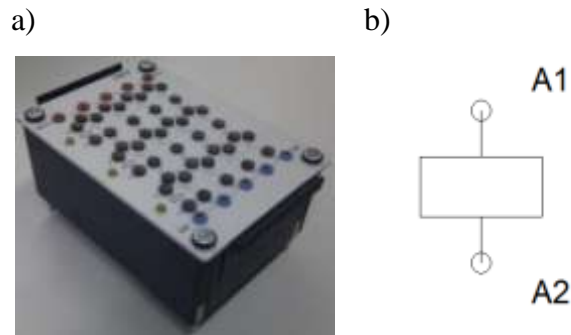
W dużej ilości przypadków w zakresie urządzeń wykonawczych stosowane są elementy pneumatyczne, jednak bardzo często ich skuteczne działanie uzależnione jest od możliwości użycia elementów elektrycznych i elektronicznych, takich jak m.in. zasilacze elektryczne, czujniki zbliżeniowe, przekaźniki, urządzenia do łączenia sygnałów elektrycznych, zawory elektropneumatyczne, przetworniki pneumoelektryczne i łączniki krańcowe.

Elementy elektropneumatyki wymagają zasilania elektrycznego. W tym celu stanowiska wyposażone są w transformatorowe zasilacze elektryczne, redukujące przemienne napięcie sieciowe (AC) 230V, na stałe napięcie (DC) o wartości 24V. Zasilacz wyposażony jest w podświetlany włącznik zasilania elektrycznego z wskazujący jego działanie, trzy zaciski elektryczne: 24V DC, 0V, uziemienie.

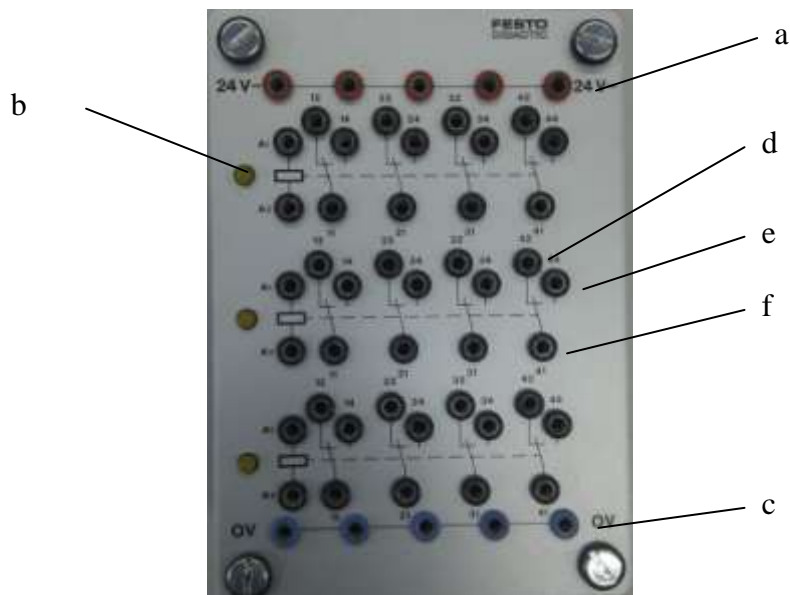
13.2 Przełączniki elektryczne, sygnalizatory i układy łączenia sygnałów

Za pomocą przełączników można zrealizować kompletną część wyjściową układu sterowania elektropneumatycznego. Sterowanie przełącznikowe było wcześniej powszechnie stosowane. Wiele z tych układów sterowania działa do dzisiaj. Obecnie w miejsce przełącznikowych układów sterowania stosuje się coraz powszechniej swobodnie programowalne sterowniki logiczne PLC. Jednak również w nowoczesnych układach sterowania wykorzystywane są przełączniki, np. w wyłącznikach bezpieczeństwa.

Przełączniki zwykłe. Główne zalety przełącznikowych układów sterowania (rys. 13.3) to ich przejrzysta budowa i bardzo czytelna zasada działania. Przełącznik składa się z rdzenia, sprężyny, cewki, kotwicy i styku ruchomego.



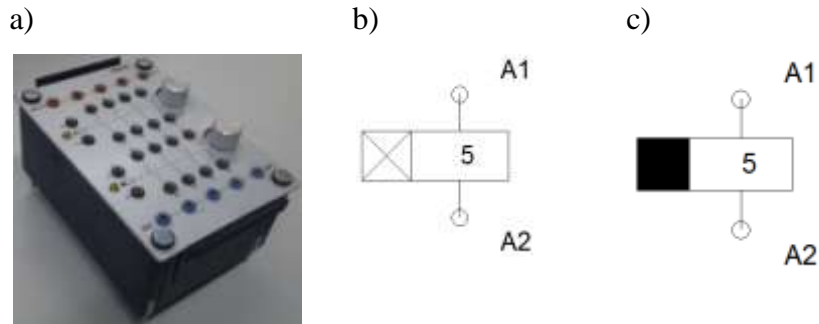
Rys. 13.3. Zestaw przekaźnikowy: a) widok zestawu przekaźników, b) symbol przekaźnika
Przyłożenie napięcia do cewki elektromagnesu przekaźnika powoduje powstanie pola elektromagnetycznego. Wskutek tego ruchoma kotwica, znajdująca się w przekaźniku, zostaje przyciągnięta do rdzenia cewki. Kotwica działa na styki przekaźnika, które zależnie od ich położenia są otwierane lub zamykane. W momencie przerwania przepływu prądu przez cewkę sprężyna powoduje powrót kotwicy do pozycji wyjściowej. Urządzenie zawiera trzy przekaźniki oraz dwie szyny przyłączające napięcie. Na rys. 13.4 przedstawiono widok i opis przedniej płyty zestawu przekaźników.



Rys. 13.4. Widok zestawu przekaźników: a) gniazdo zasilania zestawu przekaźników 24 V DC, b) dioda sygnalizująca działanie przekaźnika, c) gniazdo zasilania zestawu przekaźników 0 V, d) gniazdo wejścia, styku normalnie zamkniętego, e) gniazdo wejścia styku normalnie otwartego, f) gniazdo wyjścia styku

Przekaźniki czasowe. Przekaźniki czasowe (rys. 13.5) dzieli się na przekaźniki ze zwłocznym załączaniem i ze zwłocznym zwalnianiem. W przypadku przekaźników ze zwłocznym załączaniem (symbol b) kotwica przekaźnika przyciągana jest z opóźnieniem (zależnie od ustawienia czasu opóźnienia) o pewien przedział czasu; zwolnienie następuje

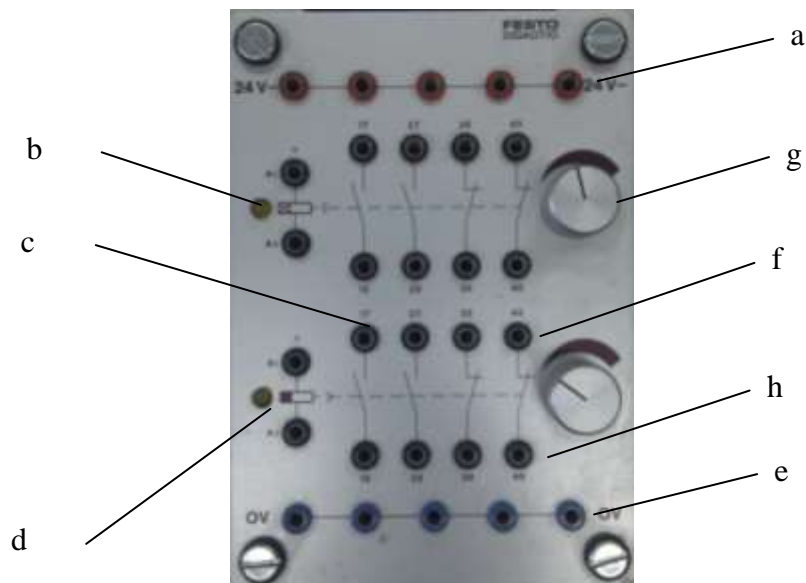
bezwłocznie. W przypadku przekaźników ze zwłocznym zwolnieniem (symbol c) dzieje się odwrotnie.



Rys.13.5. Zestaw przekaźników czasowych: a) widok zestawu przekaźników czasowych, b) symbol przekaźnika czasowego ze zwłocznym załączaniem, c) symbol przekaźnika czasowego ze zwłocznym zwalnianiem

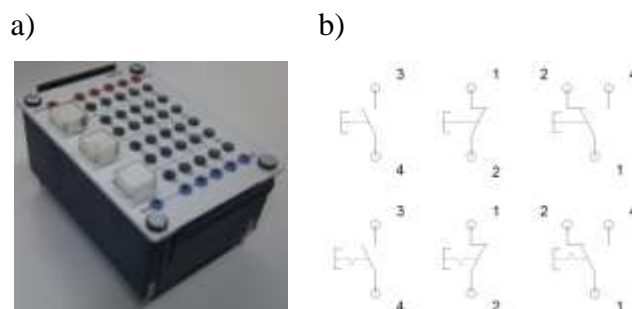
Zestaw przekaźników czasowych zawiera gniazda, umożliwiające zastosowanie elementu w elektropneumatycznych układach sterowania oraz dwa regulowane potencjometry do płynnej zmiany czasów załączenia/rozłączenia przekaźnika.

Na rys. 13.6 przedstawiono widok i opis przedniej płyty zestawu przekaźników czasowych.



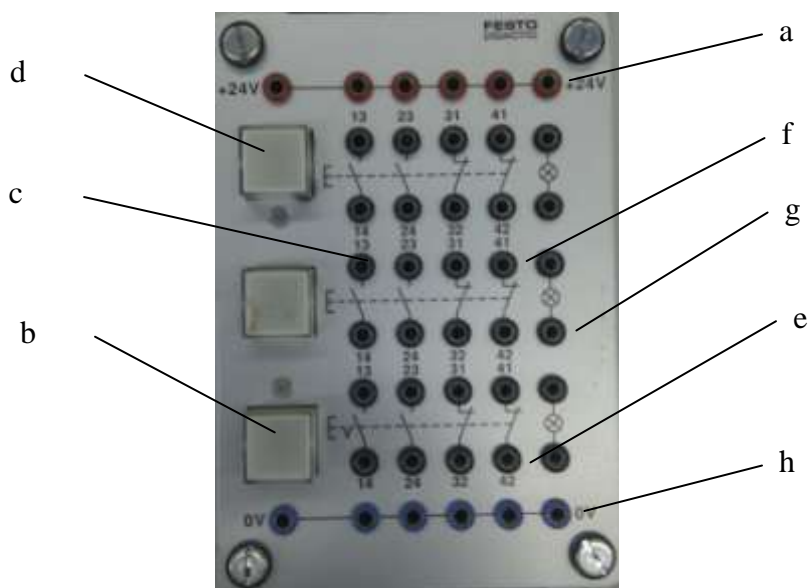
Rys. 13.6. Widok zestawu przekaźników czasowych: a) gniazdo zasilania zestawu przekaźników czasowych 24 V DC, b) dioda sygnalizująca działanie przekaźnika czasowego ze zwłocznym załączaniem, c) gniazdo wejścia styku normalnie otwartego, d) dioda sygnalizująca działanie przekaźnika czasowego ze zwłocznym zwalnianiem, e) gniazdo zasilania zestawu przekaźników czasowych 0 V, f) gniazdo wejścia styku normalnie zamkniętego, g) potencjometry do regulacji opóźnienia czasowego, h) gniazda wyjścia styków

Urządzenie do łączenia sygnałów wejściowych. Urządzenie do łączenia sygnałów wejściowych zawiera podświetlane przełączniki układu sterowania, dwie diody świecące, sygnalizujące zamknięcie obwodu, oraz dwie szyny przełączające napięcie (rys.13.7).



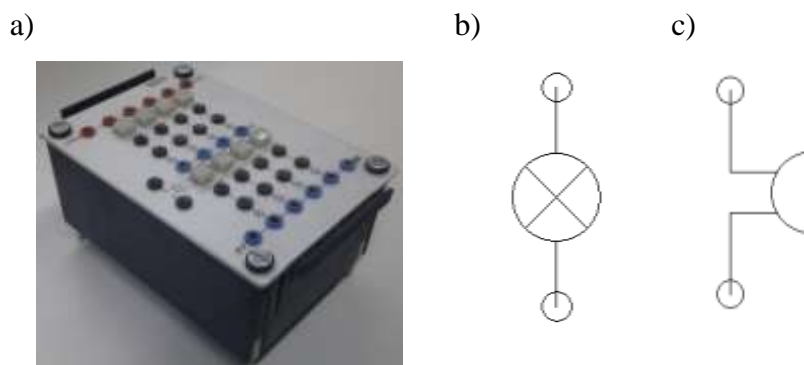
Rys. 13.7. Urządzenie do łączenia sygnałów wejściowych: a) widok urządzenia do łączenia sygnałów wejściowych, b) symbole urządzenia do łączenia sygnałów wejściowych

Styki znajdujące się w urządzeniu przyjmują dwa stany: normalnie otwarty i normalnie zamknięty. Obydwa te stany są sterowane dwoma przyciskami i jednym przełącznikiem. Na rys. 13.8 przedstawiono widok i opis przedniej płyty urządzenia do łączenia sygnałów wejściowych, zawiera ono gniazda przyłączeniowe oraz przełącznik i dwa przyciski.



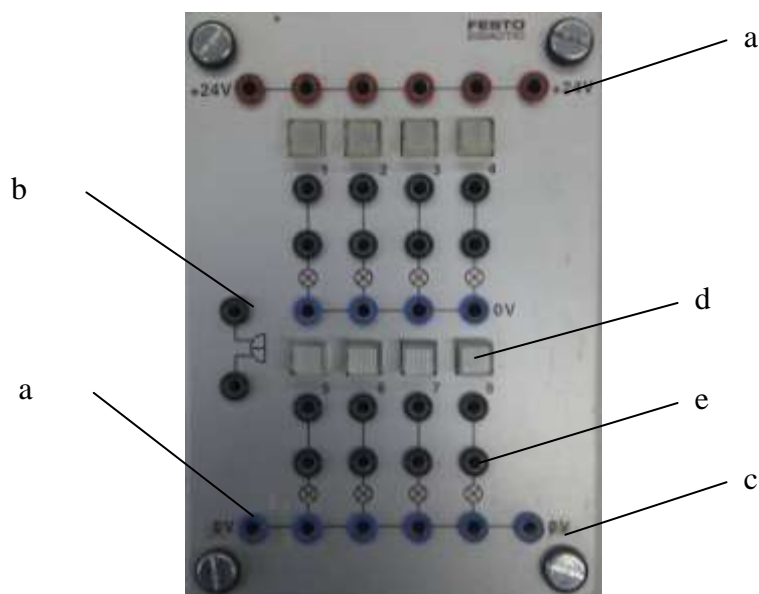
Rys. 13.8 Urządzenie do łączenia sygnałów wejściowych: a) gniazdo zasilania urządzenia do łączenia sygnałów wejściowych 24 V DC, b) przełącznik zwierający styki, c) gniazdo wejścia styku normalnie otwartego, d) przyciski zwierające styki, e) gniazdo wyjścia styku, f) gniazdo wejścia styku normalnie zamkniętego, g) przyłącze wskaźnika połączeń, h) gniazdo zasilania urządzenia do łączenia sygnałów wejściowych 0 V

Wskaźnik połączeń. Jest urządzeniem zawierającym dwa rodzaje sygnalizacji wskazujących na zamknięte połączenie w obwodzie elektrycznym. Wskaźnik połączeń może działać jako: sygnalizator akustyczny lub wskaźnik świetlny (rys. 13.9)..



Rys. 13.9 Wskaźnik połączeń a) widok wskaźnika połączeń, b) symbol wskaźnika świetlnego, c) symbol sygnalizatora akustycznego

Zestaw wskaźników połączeń zawiera gniazda umożliwiające zastosowanie elementu w elektropneumatycznych układach sterowania, wskaźniki świetlne i sygnalizator akustyczny. Na rys.13.10 przedstawiono widok i opis przedniej płyty zestawu wskaźników połączeń.



Rys. 13.10. Widok wskaźnika połączeń: a) gniazdo zasilania zestawu wskaźników połączeń 24 V DC, b) gniazda do podłączenia sygnalizatora akustycznego, c) gniazdo zasilania zestawu wskaźników połączeń 0 V, d) wskaźnik świetlny, e) gniazda do podłączenia wskaźnika świetlnego

Przebieg ćwiczenia

- a) Zapoznać się z rozmieszczeniem elementów elektrycznych na stanowiskach.
- b) Dokonać połączeń elektrycznych sprawdzając działanie wszystkich opisanych w instrukcji układów elektrycznych.
- c) Wykorzystując oprogramowanie na PC do symulacji pracy układów elektropneumatycznych, rozpoznać układy elektrycznego sterowania pneumatyką.

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/ |