

## STANOWISKO LABORATORYJNE DO PROJEKTOWANIA I BADANIA UKŁADÓW PNEUMATYCZNYCH ORAZ ELEKTROPNEUMATYCZNYCH

### Streszczenie

*W artykule omówiono stanowisko do projektowania i badania układów pneumatycznych oraz elektropneumatycznych wykorzystywanych w procesach technologicznych w przemyśle.*

### WSTĘP

Jednym z możliwych rozwiązań stosowanym do sterowania procesami technologicznymi w przemyśle jest pneumatyka.

Elementy pneumatyczne znajdują szerokie zastosowanie we wszystkich sektorach przemysłu, rzemiosła i życiu codziennym. Lista zastosowań pneumatyki jest tak obszerna, że nie sposób wymienić wszystkich działów. Układy te są stosowane m. in. w różnych dziedzinach takich jak budownictwo, przemysł chemiczny, przemysł energetyczny i wiele innych. Posiadają wiele zalet, przez co są konkurencją dla urządzeń mechanicznych oraz elektrycznych [2].

Napęd pneumatyczny jest to napęd mechanizmów maszyn i urządzeń przy wykorzystaniu energii sprężonego gazu - zazwyczaj tym gazem jest powietrze. Stosuje się go w maszynach i urządzeniach technologicznych, głównie do realizacji przesuwów mechanizmów oraz wywoływania określonego nacisku statycznego. Naturalną tendencją rozwojową było zaimplementowanie do techniki napędu i sterowania pneumatycznego elektrotechniki (sterowanie elektropneumatyczne), a następnie elektroniki, umożliwiając stosunkowo łatwą budowę układów pneumatycznych programowalnych (PLC) [5].

### 1. STANOWISKO DYDAKTYCZNE

System „DIDACTIC” wykorzystywany jest na zajęciach laboratoryjnych realizowanych na kierunkach: Mechanika i Budowa Maszyn oraz Elektrotechnika, Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Chełmie. Zaprojektowany system umożliwia pozyskanie niezbędnej wiedzy teoretycznej jak i praktycznej z zakresu pneumatyki i elektropneumatyki. Pozwala również na nabycie zdolności w identyfikacji i eliminowaniu problemów związanych z użytkowaniem systemów pneumatycznych. Dzięki nabytym umiejętnościom czytania symboli i schematów, każdy student może zapoznać się z zasadą projektowania, montażu, budowy, oraz działania pneumatycznych i elektropneumatycznych układów sterowania, a także elementów wykonawczych.

Stanowisko laboratoryjne składa się z płaskiego stołu oraz pionowej ścianki, która zawiera szereg metalowych szyn umożliwiających zamocowanie modułów szkoleniowych, które dodatkowo są przytrzymywane za pomocą magnesów. Moduły łatwo i szybko dają się zawiesić lub ściągnąć, co umożliwia realizację wielu rodzajów obwodów pneumatycznych i elektropneumatycznych [3]. Takie rozwiązanie zapewnia uniwersalność i elastyczność w korzystaniu ze stanowiska laboratoryjnego dla jednoczesnej pracy wszystkich grup laboratoryjnych.

W skład opracowanego stanowiska laboratoryjnego wchodzi następujące elementy:

- panel elektropneumatyczny,

- panel pneumatyczny,
- panel pneumatyczny kontrolowany sterownikiem PLC.

Na rys. 1 przedstawiono panel elektropneumatyczny, który składa się z :

- wyspa zaworowa Optyma-S ze złączem elektrycznym,
- 3 siłowniki podwójnego działania Ø25 z regulatorami przepływu i czujnikami,
- rozdzielacz pneumatyczny,
- moduł z przyciskami elektrycznymi,
- szyna elektryczna DIN ze stycznikami,
- szyna montażowa,
- zestaw przygotowania powietrza.

Na rysunku 1 przedstawiono zdjęcie panelu elektropneumatycznego.



Rys. 1. Panel elektropneumatyczny

Kolejny układ pneumatyczny został zbudowany w oparciu o następujące elementy:

- 4 siłowniki podwójnego działania Ø20 z regulatorami przepływu,
- 4 krańcówki z rolkami aktywowane wysuniętym siłownikiem Ø20,
- 4 krańcówki z rolkami aktywowane schowanym siłownikiem Ø20,
- 2 x 4 rozdzielacze monostabilne 5/2 na bazie,
- 2 x 2 rozdzielacze bistabilne 5/2 na bazie,
- moduł z 2 zaworami szybkiego spustu,
- moduł z zaworami dławiąco-zwrotnymi,
- moduł z zaworami sumy logicznej „OR”,
- moduł z zaworami logicznymi typu „AND”,
- rozdzielacz pneumatyczny,

- moduł z przyciskami elektrycznymi / pneumatycznymi,
- zestaw przygotowania powietrza.

Na rysunku 2 zobrazowano panel pneumatyczny.



Rys. 2. Panel pneumatyczny

Trzeci panel jest panelem pneumatycznym, dodatkowo kontrolowanym sterownikiem PLC. Układ realizuje ćwiczenie polegające na sterowaniu trzech siłowników (dwóch liniowych i jednego chwytaka). W skład panelu wchodzi następujące elementy:

- wyspa zaworowa Optyma-S z modułem transmisji szeregowej,
- chwytak kątowy 180°,
- siłownik pojedynczego działania Ø25 z regulatorami przepływu i czujnikami,
- siłownik podwójnego działania Ø 32,
- krańcówka z rolką aktywowana wysuniętym siłownikiem Ø32,
- krańcówka z rolką aktywowana schowanym siłownikiem Ø32,
- moduł z zaworami blokującymi dwukierunkowo,
- moduł z presostatami,
- rozdzielacz pneumatyczny,
- kompletny zestaw przygotowania powietrza.

Rysunek 3 przedstawia panel pneumatyczny kontrolowany sterownikiem PLC.

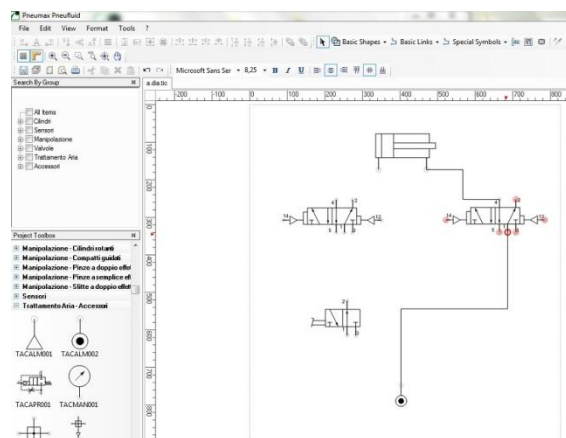


Rys. 3. Panel pneumatyczny kontrolowany sterownikiem PLC

Dopelnieniem systemu Pneumax "Didactic" jest program komputerowy Pneufluid do tworzenia schematów pneumatycznych (rys. 4). Zawiera on kompletną bazę komponentów z katalogu firmy Pneumax. Użytkownik ma możliwość wykorzystania elementów z

dostępnej biblioteki i szybkiego ich połączenia w celu utworzenia profesjonalnego schematu układu pneumatycznego.

Jednocześnie automatycznie tworzona jest lista użytych elementów, którą można umieścić na rysunku wraz z opisem, lub wykorzystać do zamówienia wybranych podzespołów. Rysunek można zapisać, wydrukować lub eksportować w formacie DXF [3].

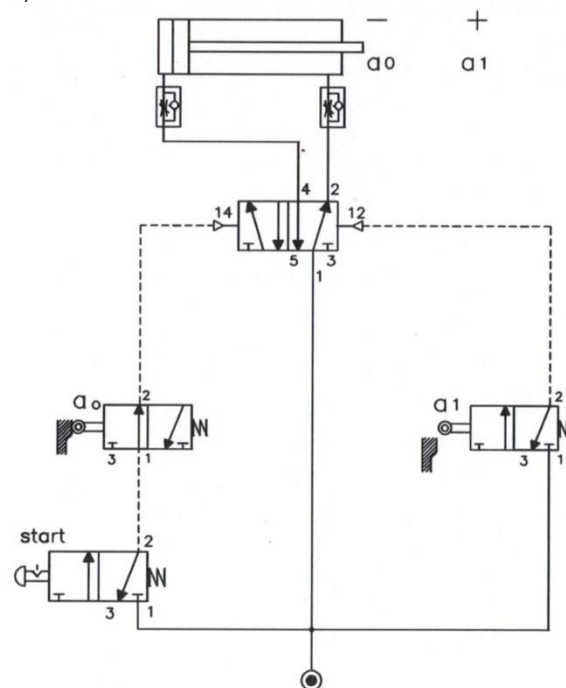


Rys. 4. Interface programu do tworzenia schematów pneumatycznych „Pneufluid”

Ze względu na kompatybilność z programami CAD narzędzie to jest bardzo przydatne w pracy inżynierskiej.

## 2. ZASADA DZIAŁANIA UKŁADU PNEUMATYCZNEGO

W rozdziale przedstawiono działanie analizowanego układu sterowania siłownikiem podwójnego działania z wykorzystaniem rozdzielacza bistabilnego oraz modułu z przyciskami pneumatycznymi. Układ ten został zrealizowany na panelu pneumatycznym (rys. 5).



Rys. 5. Schemat sterowania siłownikiem podwójnego działania z wykorzystaniem rozdzielacza bistabilnego oraz modułu z przyciskami pneumatycznymi

W laboratorium przeprowadzono analizę działania połączonego układu (rys. 6). Po doprowadzeniu sprężonego powietrza do układu,

tłoczek siłownika porusza się w dwóch kierunkach pomiędzy końcówkami. Gdy tłoczek siłownika schowa się i naciśnie końcówkę  $a_0$ , jej zawór otwiera się i podaje sygnał na wejście „14” rozdzielacza bistabilnego, powodując otworenie w nim drogi przepływu „4”, doprowadzającej sprężone powietrze za tłok siłownika.

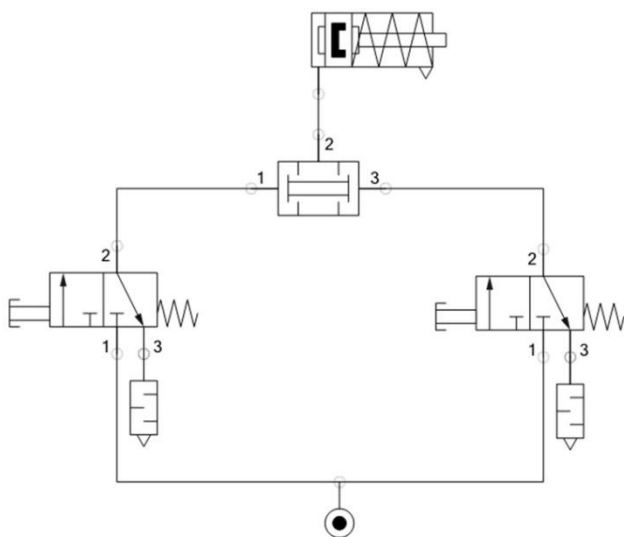


**Rys. 6.** Układ „Sterowanie siłownikiem podwójnego działania z wykorzystaniem rozdzielacza bistabilnego oraz modułu z przyciskami pneumatycznymi” połączony na panelu pneumatycznym.

W efekcie tłoczek siłownika wysuwa się i naciska końcówkę  $a_1$ . Powoduje to z kolei otworenie jej zaworu i podanie sygnału na wejście „12” rozdzielacza bistabilnego, powodując otworenie w nim drogi przepływu „2”, doprowadzającej sprężone powietrze do cylindra siłownika. Powoduje to schowanie tłoczyska siłownika i ponowne naciśnięcie końcówki  $a_0$  [4].

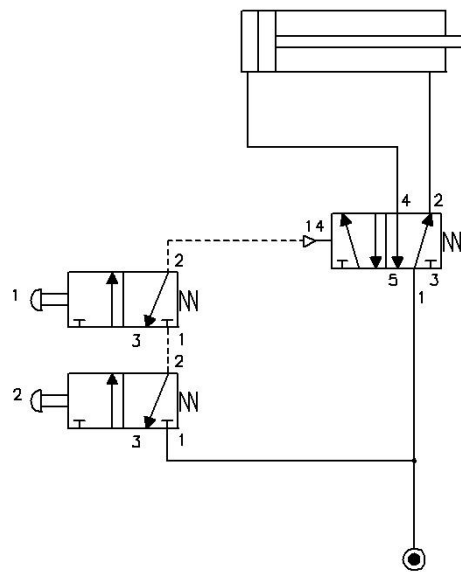
### 3. PRZYKŁADY MOŻLIWOŚCI BADAWCZYCH STANOWISKA DYDAKTYCZNEGO

Na rysunku 7 przedstawiono wybrane układy połączeń możliwe do przebadania na omawianym stanowisku (narysowane w programie Pneufliud). Jako pierwszy zaproponowano układ z zastosowaniem zaworu iloczynu logicznego „AND”.



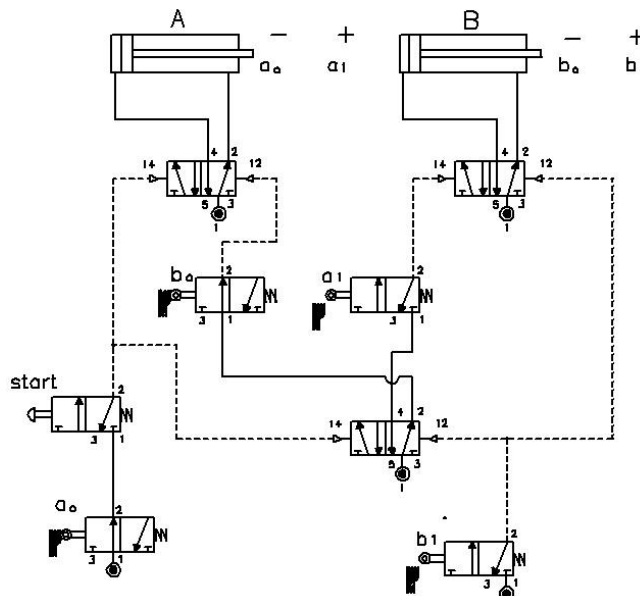
**Rys. 7.** Schemat układu sterowania siłownikiem pojedynczego działania dwoma zaworami 3/2 – zastosowanie zaworu iloczynu logicznego „AND”

Kolejny układ (rys. 8) pozwala na wymuszenie użycia przez operatora obu rąk i wykluczenie niebezpieczeństwa urazu kończyn pozostających w strefie roboczej obsługiwanej maszyny.



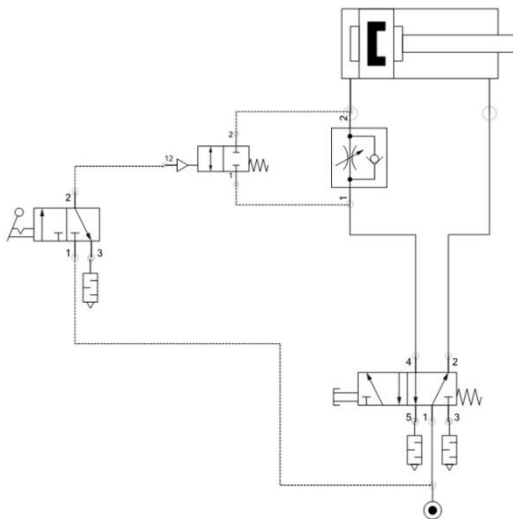
**Rys. 8.** Schemat układu bezpieczeństwa - „Dwie ręce”

Jako następny przykład możliwości badawczych omawianego stanowiska laboratoryjnego przedstawiono układ realizujący dociskanie i wiercenie (rys. 9).



**Rys. 9.** Schemat układu realizującego dociskanie i wiercenie.

W kolejnym zaprezentowanym schemacie (rys. 10) zastosowano rozwiązanie z zaworem dławiąco-zwrotnym sterowanym z zewnątrz.



**Rys. 10.** Schemat układu bezpośredniego sterowania poprzez zawór 5/2 z przyciskiem, z zaworem dławiąco-zwrotnym sterowanym z zewnątrz.

Przedstawione powyżej schematy pełnią bardzo ważną rolę dydaktyczną w procesie nauczania studentów na kierunku Mechanika i Budowa Maszyn, oraz Elektrotechnika. Dzięki zakupowi aparatury, będącej na wyposażeniu Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej w Chełmie, laboratorium pneumatyki stało się jednym z najbardziej innowacyjnych laboratoriów badawczych.

## PODSUMOWANIE

Umiejętności projektowania układów pneumatycznych i elektropneumatycznych obecnie są bardzo poszukiwane na rynku pracy w m zakresie nowych urządzeń i systemów, jak również w diagnostowaniu i utrzymywaniu ciągłości pracy w procesach produkcyjnych systemów już istniejących. Studenci dzięki nowatorskim zagadnieniom badanym w laboratorium pneumatyki mają możliwość zapoznania się z najnowszymi trendami w mechanice co powoduje, że są konkurencyjni na rynku pracy pod względem posiadanej wiedzy i umiejętności praktycznych. Omawiane metody niosą za sobą szerokie możliwości wykorzystania ich w praktyce, przy pracy w przemyśle.

## BIBLIOGRAFIA

1. Katalog firmy Pneumax S.p.A. „Przegląd produktów – elementy pneumatyczne do automatyzacji”,
2. Lammel L., Osiadacz A., Sygnały pneumatyczne w automatyce, Wydawnictwo Nauk – Techniczne, Warszawa 1974,
3. Newsletter 2/2012 „PNEUMAX – Dydaktyka” [http://www.rectus.pl/Pneumax/Newsletter/NEWS2012/NEWS\\_02\\_2012/NEWS0212.pdf](http://www.rectus.pl/Pneumax/Newsletter/NEWS2012/NEWS_02_2012/NEWS0212.pdf),
4. Wołkow J, Dindorf R., Teoria i obliczenia układów pneumatycznych, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 1994,
5. Zastempowski B., Zagadnienia hydrauliki i pneumatyki w ujęciu praktycznym, Wydawnictwo Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego, Bydgoszcz 2013.

## LABORATORY TEST STAND FOR DESIGN PNEUMATIC AND ELEKTROPNEUMATIC SYSTEMS

### Abstract

„The article discusses the laboratory test stand to design and to test of pneumatic and electropneumatic systems used in industry”

Autorzy:

Dr inż. **Joanna Michałowska - Samonek** – Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie, Katedra Elektrotechniki, [jmichalowska@pwsz.chelm.pl](mailto:jmichalowska@pwsz.chelm.pl),

Mgr inż. **Kamil Gawkowski** – Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Chełmie, Katedra Elektrotechniki, [kgawkowski@pwsz.chelm.pl](mailto:kgawkowski@pwsz.chelm.pl)