

Nazwa kwalifikacji: **Projektowanie i programowanie urządzeń i systemów mechatronicznych**

Oznaczenie kwalifikacji: **E.19**

Numer zadania: **01**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego\*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

Miejsce na naklejkę z numerem  
PESEL i z kodem ośrodka

**E.19-01-19.01**

Czas trwania egzaminu: **180 minut**

**EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE**  
**Rok 2019**  
**CZĘŚĆ PRAKTYCZNA**

**Instrukcja dla zdającego**

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL i naklej naklejkę z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Na KARCIE OCENY w oznaczonym miejscu przyklej naklejkę z numerem PESEL oraz wpisz:
  - swój numer PESEL\*,
  - oznaczenie kwalifikacji,
  - numer zadania,
  - numer stanowiska.
3. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 10 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
4. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
5. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
6. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
7. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami oraz KARTĘ OCENY na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
8. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

***Powodzenia!***

\* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

## Zadanie egzaminacyjne

Sterownik PLC w urządzeniu mechatronicznym steruje pracą dwóch siłowników pneumatycznych 1A1 i 2A1.

Na podstawie dokumentacji technicznej zawierającej:

- wykaz elementów elektrycznych urządzenia mechatronicznego – tabela 1,
- wykaz elementów pneumatycznych urządzenia mechatronicznego – tabela 2,
- opis działania urządzenia mechatronicznego,
- cyklogramy pracy siłowników – rysunek 2 i 3,

sporządź:

- listę przyporządkowania – tabela 3,
- schemat połączeń elektrycznych elementów urządzenia ze sterownikiem PLC,
- schemat układu pneumatycznego,
- algorytm procesu sterowania siłownikami w postaci sieci SFC.

Następnie napisz program sterowania siłownikami w języku LD lub FBD, lub IL, lub STL wraz z komentarzami odniesionymi do przynajmniej połowy kodu programu, opisującymi funkcje/działania realizowane przez sterownik.

Przetestuj działanie napisanego programu sterującego i zapisz w tabeli 4. ocenę spełnienia warunków. Wykonaj wydruki programu sterowniczego do pliku pdf. Zadanie wykonaj na przygotowanym stanowisku egzaminacyjnym wyposażonym w sterownik PLC, komputer z zainstalowanym oprogramowaniem do obsługi PLC i wirtualną drukarką pdf. Do testowania programu sterowniczego wykorzystaj znajdujący się na stanowisku model urządzenia mechatronicznego.

**UWAGA:**

Przez podniesienie ręki zgłoś przewodniczącemu ZN gotowość do drukowania. Plik skopiuj do pamięci USB.

Po otrzymaniu wydruków sprawdź czy:

- są kompletne i czytelne,
- widoczna jest konfiguracja zastosowanych bloków funkcjonalnych,
- linie łączące bloki w programie napisanym w języku FBD nie pokrywają się,
- połączenia są czytelne i jednoznaczne.

Każdą stronę wydrukowanego programu podpisz swoim numerem PESEL. Jeżeli wydrukowałeś kilka wersji, wszystkie załącz do pracy egzaminacyjnej opisując błędne wersje jako BRUDNOPIS. Wydruki nieczytelne lub niejednoznaczne i oznaczone jako BRUDNOPIS nie będą oceniane. Pamiętaj o wypełnieniu tabeli na ostatniej stronie arkusza.

## Dokumentacja techniczna (fragment)

**Tabela 1. Wykaz elementów elektrycznych urządzenia mechatronicznego**

| Lp. | Oznaczenie elementu | Opis                                                   | Dane techniczne                                                                                                                                                                                                                                                      | Funkcja                                                 |
|-----|---------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1.  | S0                  | Przycisk sterowniczy                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– napęd bistabilny wciskany</li> <li>– zestyk NO</li> <li>– napięcie znamionowe 24 V DC/AC</li> <li>– tolerancja zasilania <math>\pm 10\%</math></li> </ul>                                                                   | Wybór stanu pracy START/STOP                            |
| 2.  | S1                  | Łącznik krańcowy                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>– napęd dźwignia z rolką</li> <li>– zestyk NC</li> <li>– napięcie znamionowe 12÷30 V DC</li> </ul>                                                                                                                            | Sygnalizacja pozycji wysuniętej tłoczyska siłownika 1A1 |
| 3.  | S2                  | Łącznik krańcowy                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>– napęd dźwignia z rolką</li> <li>– zestyk NC</li> <li>– napięcie znamionowe 12÷30 V DC</li> </ul>                                                                                                                            | Sygnalizacja pozycji wysuniętej tłoczyska siłownika 2A1 |
| 4.  | S3                  | Przycisk sterowniczy                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– napęd bistabilny wciskany</li> <li>– zestyk NO</li> <li>– napięcie znamionowe 12÷30 V DC/AC</li> </ul>                                                                                                                      | Wybór sekwencji rozbieżnej – sterowanie 1A1 lub 2A1     |
| 5.  | B1                  | Czujnik położenia tłoka                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>– typ PNP</li> <li>– magnetyczny</li> <li>– napięcie zasilania 24 V DC</li> <li>– tolerancja zasilania <math>\pm 10\%</math></li> <li>– funkcja wyjścia NO</li> <li>– maksymalna częstotliwość przełączania 100 Hz</li> </ul> | Sygnalizacja pozycji wsuniętej tłoczyska siłownika 1A1  |
| 6.  | B2                  | Czujnik położenia tłoka                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>– zakres napięcia 5÷240 V DC/AC</li> <li>– magnetyczny</li> <li>– zestyk NO</li> <li>– maksymalna częstotliwość przełączania 200 Hz</li> </ul>                                                                                | Sygnalizacja pozycji wsuniętej tłoczyska siłownika 2A1  |
| 7.  | Y1                  | Cewka pneumatycznego elektrozaworu rozdzielającego 1V1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– napięcie znamionowe 24 V DC</li> <li>– tolerancja zasilania <math>\pm 10\%</math></li> </ul>                                                                                                                                | Realizacja wysuwu tłoczyska siłownika 1A1               |
| 8.  | Y2                  | Cewka pneumatycznego elektrozaworu rozdzielającego 2V1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– napięcie znamionowe 24 V DC</li> <li>– tolerancja zasilania <math>\pm 10\%</math></li> </ul>                                                                                                                                | Realizacja wysuwu tłoczyska siłownika 2A1               |
| 9.  | Y3                  | Cewka pneumatycznego elektrozaworu rozdzielającego 2V1 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– napięcie znamionowe 24 V DC</li> <li>– tolerancja zasilania <math>\pm 10\%</math></li> </ul>                                                                                                                                | Realizacja wsuwu tłoczyska siłownika 2A1                |

**Tabela 2. Wykaz elementów pneumatycznych urządzenia mechatronicznego**

| Lp. | Oznaczenie elementu | Opis                                    | Dane techniczne                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Funkcja                                                       |
|-----|---------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 1.  | 1A1                 | Siłownik jednostronnego działania       | <ul style="list-style-type: none"> <li>– nominalne ciśnienie pracy 16 MPa</li> <li>– maksymalna prędkość tłoczyska 0,5 m/s</li> <li>– cylinder z jednostronnym tłoczyskiem</li> <li>– skok 100 mm</li> <li>– pchający ze sprężyną zwrotną</li> <li>– magnetyczna sygnalizacja położenia tłoka</li> <li>– nastawialna dwustronna amortyzacja</li> <li>– średnica tłoka 16 mm</li> <li>– średnica tłoczyska 8 mm</li> </ul> | Pneumatyczny napęd liniowy                                    |
| 2.  | 2A1                 | Siłownik dwustronnego działania         | <ul style="list-style-type: none"> <li>– nominalne ciśnienie pracy 16 MPa</li> <li>– maksymalna prędkość tłoczyska 0,5 m/s</li> <li>– cylinder z jednostronnym tłoczyskiem</li> <li>– skok 250 mm</li> <li>– magnetyczna sygnalizacja położenia tłoka</li> <li>– średnica tłoka 32 mm</li> <li>– średnica tłoczyska 8 mm</li> </ul>                                                                                       | Pneumatyczny napęd liniowy                                    |
| 3.  | 1V1                 | Pneumatyczny elektrozawór rozdzielający | <ul style="list-style-type: none"> <li>– trzydrogowy dwupołożeniowy normalnie zamknięty</li> <li>– sterowany elektromagnetycznie jednostronnie</li> <li>– mechaniczna sprężyna zwrotna</li> <li>– ciśnienie robocze 1÷8 bar</li> <li>– maksymalny przepływ 600 l/min</li> </ul>                                                                                                                                           | Realizacja przemieszczeń siłownika 1A1                        |
| 4.  | 2V1                 | Pneumatyczny elektrozawór rozdzielający | <ul style="list-style-type: none"> <li>– 5/2 bistabilny</li> <li>– sterowany elektromagnetycznie dwustronnie</li> <li>– ciśnienie robocze 1÷8 bar</li> <li>– maksymalny przepływ 600 l/min</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                     | Realizacja przemieszczeń siłownika 2A1                        |
| 5.  | 1V2                 | Zawór dławiąco-zwrotny                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– maksymalne ciśnienie robocze 12 bar</li> <li>– ciśnienie otwarcia 0,5 bar</li> <li>– przepływ 200 l/min</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                               | Nastawianie prędkości wysuwania tłoczyska siłownika 1A1       |
| 6.  | 2V2                 | Zawór dławiąco-zwrotny                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– maksymalne ciśnienie robocze 12 bar</li> <li>– ciśnienie otwarcia 0,5 bar</li> <li>– przepływ 200 l/min</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                               | Nastawianie prędkości wsuwania tłoczyska siłownika 2A1        |
| 7.  | OZ1                 | Zespół przygotowania powietrza          | <ul style="list-style-type: none"> <li>– modułowy (złożony z filtra, reduktora, manometru i smarownicy)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Filtracja, redukcja wartości ciśnienia i naolejanie powietrza |
| 8.  | OP                  | Źródło energii sprężonego powietrza     | <ul style="list-style-type: none"> <li>– ciśnienie robocze 20 MPa</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Źródło zasilania sprężonym powietrzem                         |

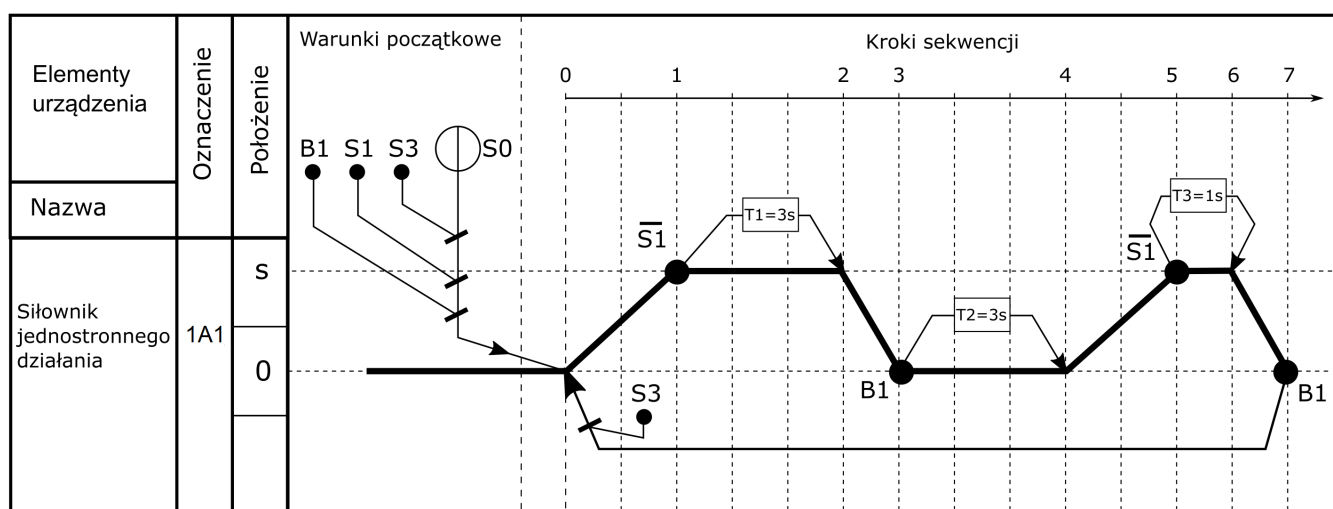
## Opis działania urządzenia mechatronicznego

Po załączeniu zasilania elektrycznego (+24 V DC) i pneumatycznego (6 bar), układ pozostaje w stanie zatrzymania STOP (wyjścia sterownika PLC są nieaktywne). Załączenie układu ze stanu zatrzymania STOP następuje po naciśnięciu przycisku sterowniczego S0 co powoduje rozpoczęcie pracy siłowników 1A1 i 2A1 (stan START) zgodnie z zamieszczonymi cyklogramami na rysunkach 2 i 3.

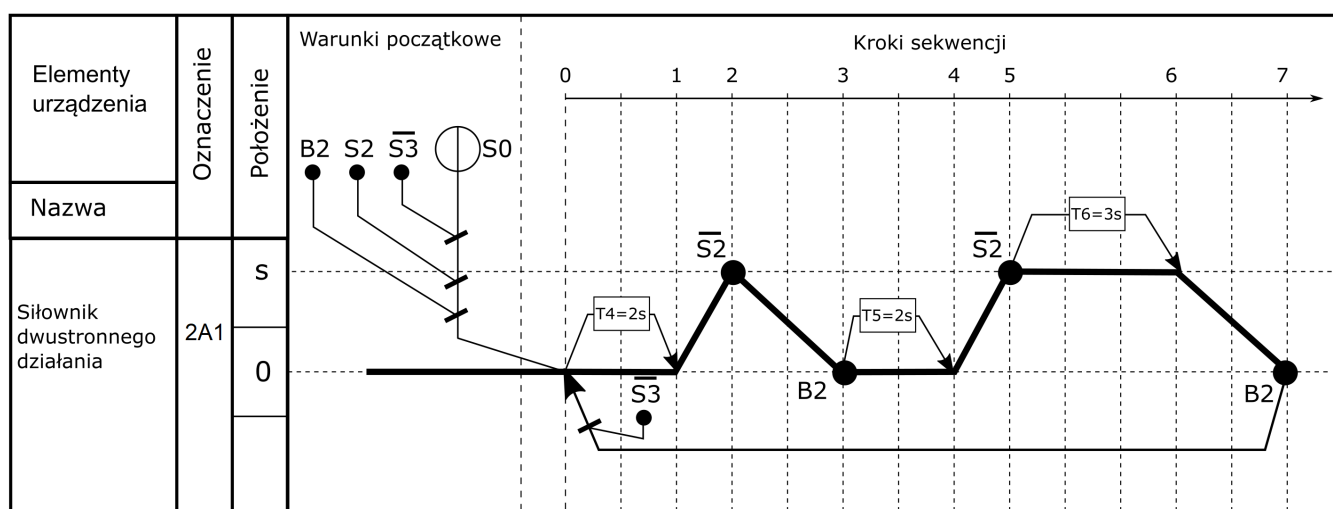
Zawór dławiąco-zwrotny 1V2 dwukrotnie spowalnia prędkość wysuwania tłoczyska siłownika 1A1 w stosunku do prędkości wsuwania. Zawór dławiąco-zwrotny 2V2 dwukrotnie spowalnia prędkość wsuwania tłoczyska siłownika 2A1 w stosunku do prędkości wysuwania.

W danym cyklu może pracować tylko jeden z siłowników. Wybór siłownika odbywa się przy pomocy przycisku S3. Jeżeli przycisk S3 jest wciśnięty, to pracuje tylko siłownik 1A1, natomiast jeżeli przycisk S3 nie jest wciśnięty, to pracuje tylko siłownik 2A1. Zmiana pracującego siłownika następuje z chwilą rozpoczęcia kolejnego cyklu pracy w zależności od stanu przycisku S3.

Przejsie do stanu STOP następuje natychmiast po wyciśnięciu przycisku S0. Wówczas tłoczyska siłowników wsuwają się, a po osiągnięciu przez tłoki siłowników pozycji sygnalizowanych przez czujniki B1 i B2 wszystkie wyjścia sterownika PLC stają się nieaktywne.



Rysunek 1. Cyklogram pracy siłownika 1A1



Rysunek 2. Cyklogram pracy siłownika 2A1

**Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.**

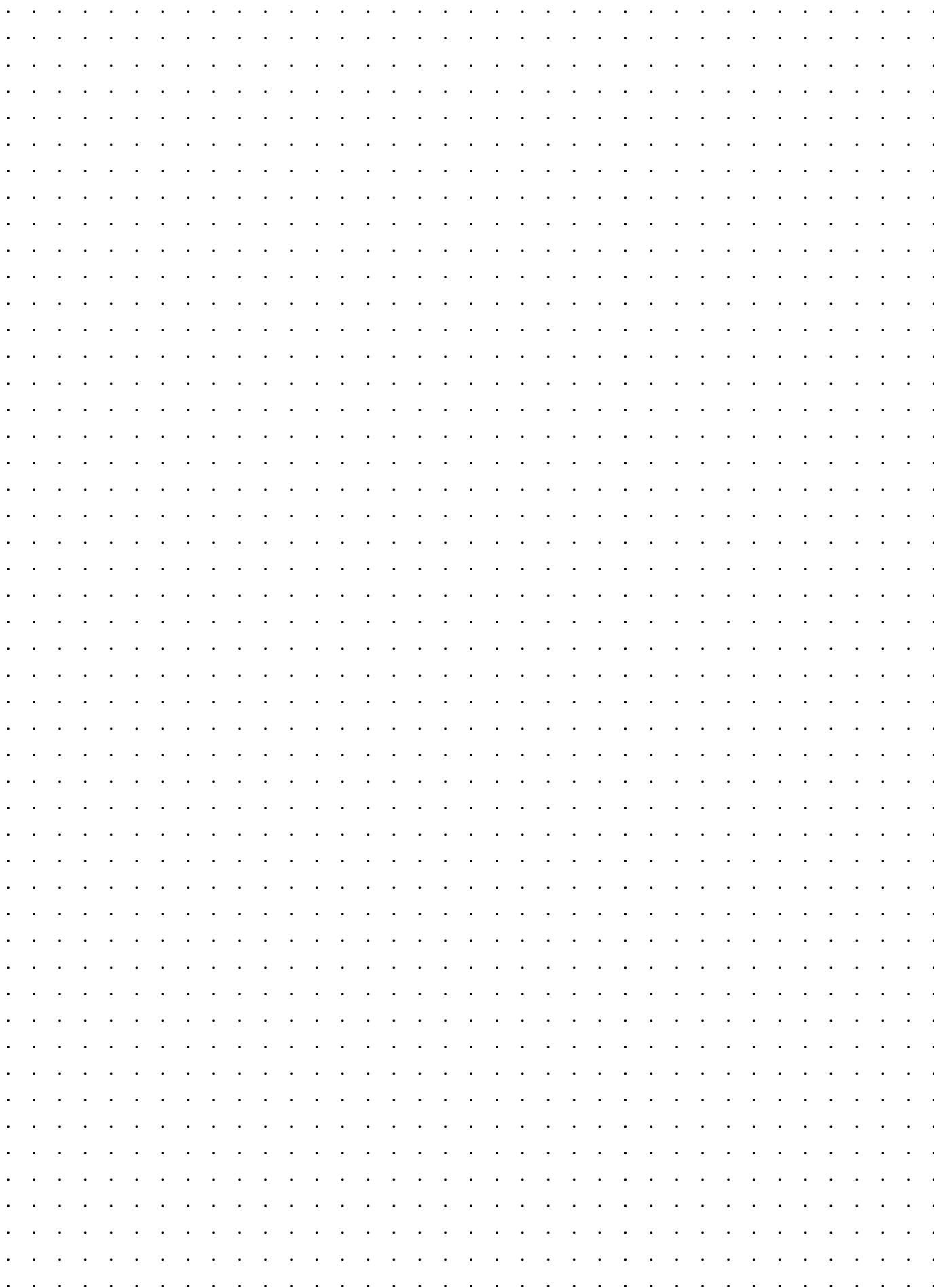
**Ocenie podlegać będzie 6 rezultatów:**

- lista przyporządkowania – tabela 3,
- schemat połączeń elementów elektrycznych urządzenia ze sterownikiem PLC,
- schemat układu pneumatycznego,
- algorytm procesu sterowania siłownikami w postaci sieci SFC,
- wydruk programu sterowniczego z pliku pdf,
- wyniki testu działania programu sterowniczego – tabela 4.

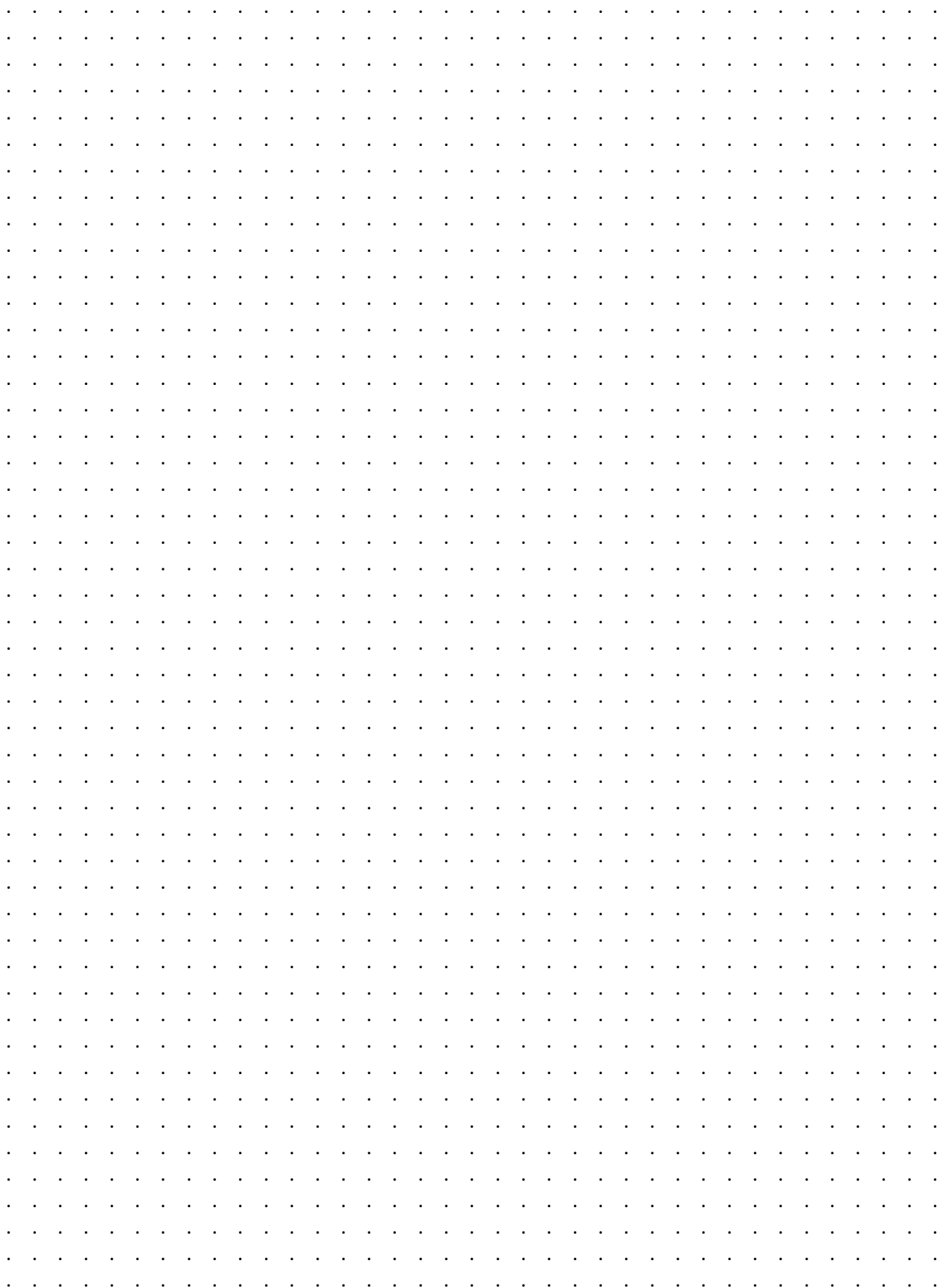
**Tabela 3. Lista przyporządkowania**

| Typ sterownika PLC ..... |                      |                        |                                                               |
|--------------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Lp.                      | Operand<br>absolutny | Operand<br>symboliczny | Opis<br>(typ/rodzaj, funkcja w układzie, parametry zasilania) |
|                          |                      |                        |                                                               |
|                          |                      |                        |                                                               |
|                          |                      |                        |                                                               |
|                          |                      |                        |                                                               |
|                          |                      |                        |                                                               |
|                          |                      |                        |                                                               |
|                          |                      |                        |                                                               |
|                          |                      |                        |                                                               |
|                          |                      |                        |                                                               |
|                          |                      |                        |                                                               |
|                          |                      |                        |                                                               |
|                          |                      |                        |                                                               |

## Schemat połączeń elementów elektrycznych urządzenia ze sterownikiem PLC

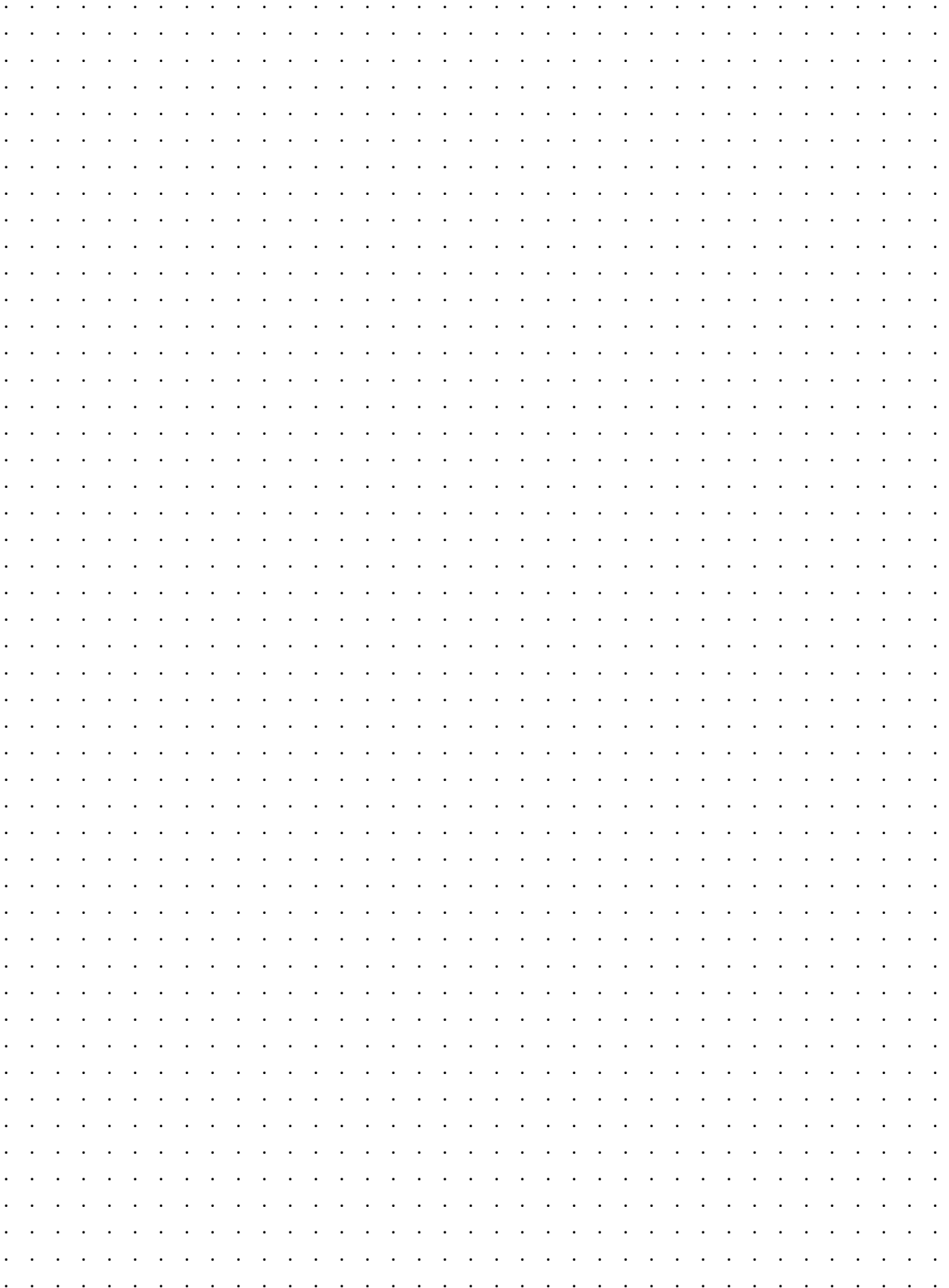


## Schemat układu pneumatycznego





## Algorytm procesu sterowania silownikami w postaci sieci SFC



**Tabela 4. Test działania programu sterowniczego**

| Lp. | <b>Sprawdzany warunek</b><br><i>Uwaga! Zapis np. S0=0 oznacza, że do wejścia sterownika PLC, z którym połączony jest przycisk S0 podawany jest sygnał logiczny 0, zapis S0=1 oznacza, że do wejścia sterownika PLC, z którym połączony jest przycisk S0 podawany jest sygnał logiczny 1.<br/> Dotyczy to wszystkich elementów podłączonych do sterownika PLC.</i> | <b>Ocena spełnienia warunku</b><br><i>(wpisz w odpowiedniej kolumnie x)</i> |     |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | TAK                                                                         | NIE |
| 1.  | Wciśnięcie S0 (S0=1), przy wciśniętym S3 (S3=0) powoduje załączenie Y1 (Y1=1)                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                             |     |
| 2.  | Wciśnięcie S0 (S0=1), przy wciśniętym S3 (S3=1) powoduje natychmiastowe załączenie Y2 (Y2=1)                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                             |     |
| 3.  | Z chwilą zadziałania S1 (S1=0) pierwszy raz w danym cyklu, odliczany jest czas 3 sekund, po którym Y1 przestaje być aktywna (Y1=0)                                                                                                                                                                                                                                |                                                                             |     |
| 4.  | Ponowne zadziałanie Y1 (Y1=1) w danym cyklu następuje po upływie 3 sekund od chwili ponownego zadziałania B1 (B1=1)                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                             |     |
| 5.  | Cykl pracy każdego siłownika kończy się z chwilą zadziałania B1 (B1=1) lub B2 (B2=1)                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                             |     |



*Wypełnia zdający*

**Do arkusza egzaminacyjnego dołączam wydruki w liczbie: ..... kartek – czystopisu i ..... kartek – brudnopisu.**

*Wypełnia Przewodniczący ZN*

**Potwierdzam dołączenie przez zdającego do arkusza egzaminacyjnego wydruków w liczbie ..... kartek łącznie.**

.....  
*Czytelny podpis Przewodniczącego ZN*