



**Politechnika
Śląska**

Instrukcja obsługi stanowiska serwonapędu pneumatycznego z mikrokontrolerem o architekturze otwartej i zaworach szybko- przełączających



Paweł Mikołaj

**Katedra Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych
Systemów Wytwarzania – RMT2**

Wydział Mechaniczny Technologiczny

GLIWICE 2025

Spis treści

1. Opis stanowiska	4
2. Uruchomienie stanowiska.....	6
3. Obsługa stanowiska.....	8
4. Wyłączenie stanowiska	10

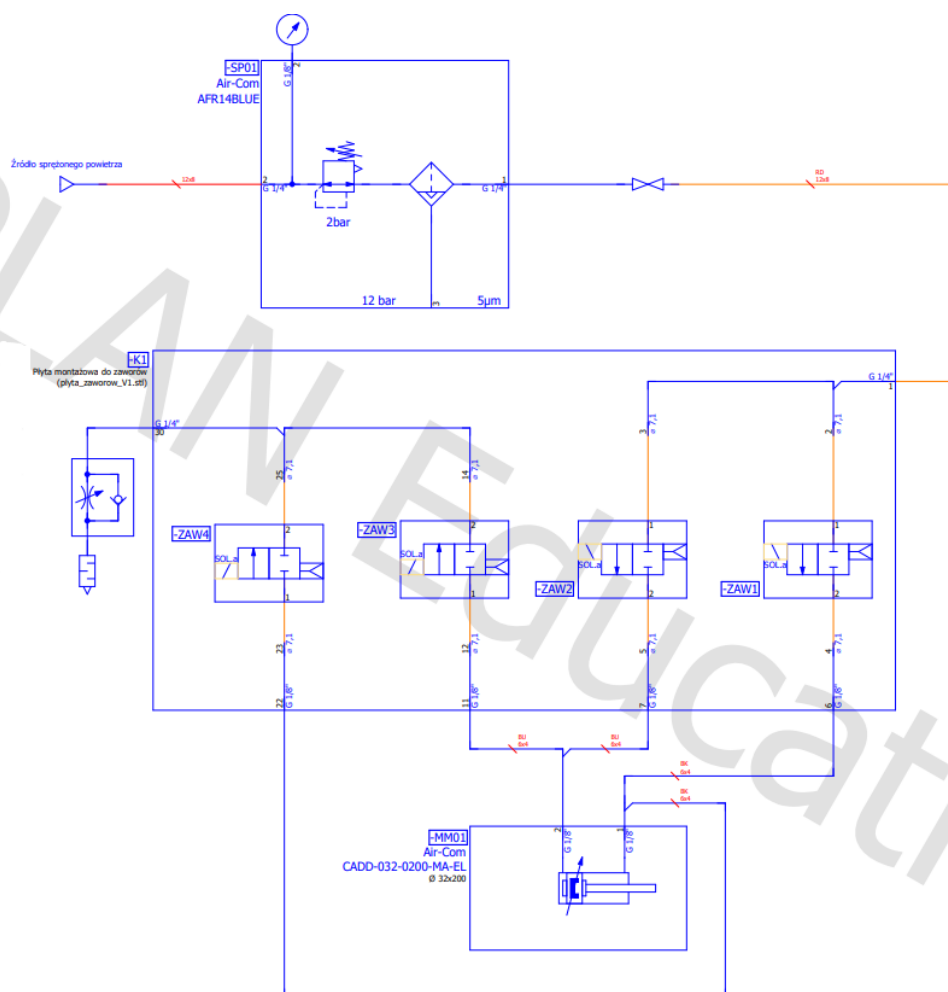
1. Opis stanowiska

Stanowisko zostało zbudowane w celach dydaktycznych, głównym celem było zbadanie serwonapędu pneumatycznego opartego na zaworach o krótkim czasie przełączania oraz sprawdzenie możliwości integracji elementu hobbystycznego (zestaw z mikrokontrolerem - Arduino UNO) wraz z elementami przemysłowymi w postaci zaworów szybko-przełączających oraz enkodera liniowego.

Dokumentację stanowiska wraz z plikami konfiguracyjnymi oraz pracą magisterską (ograniczoną, ze względu na ćwiczenia laboratoryjne) napisaną na jego podstawie można znaleźć pod linkiem:

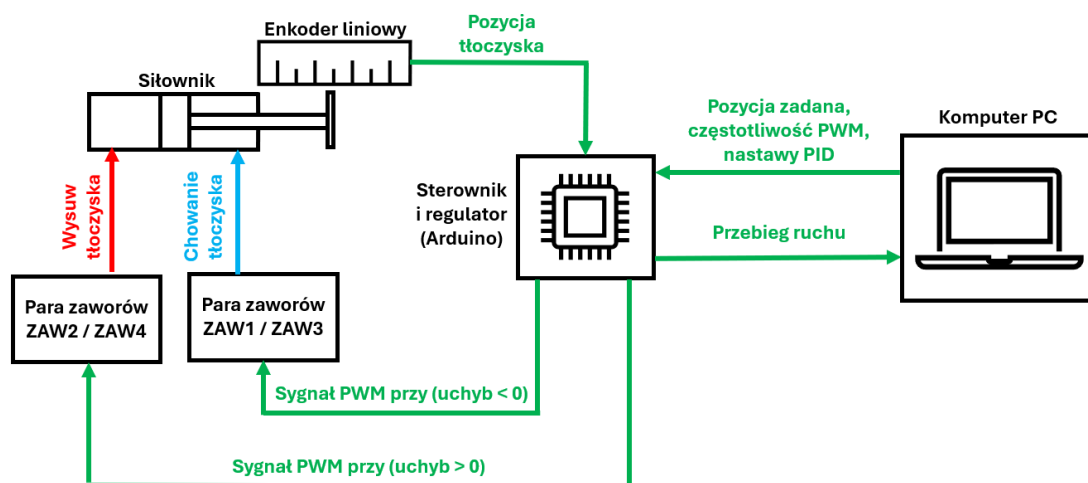
https://github.com/MikolajPawel/PneumaticServoDrive_Arduino_byPM

Stanowisko pełni funkcję serwonapędu w następującym (rys. 1) układzie pneumatycznym, zestaw z mikrokontrolerem Arduino UNO pełni funkcję sterownika oraz regulatora PID serwonapędu.



Rys. 1. Układ pneumatyczny stanowiska.

Strategia sterowania serwonapędem oraz odbioru danych odbywa się według rys. 2.



Rys. 2. Strategia sterowania i komunikacji serwonapędu.

Sygnał PWM sterujący zaworami posiada ograniczenie procentu wypełnienia stanem wysokim ze względu na wytrzymałość termiczną cewek zaworów. Ograniczenie to jest różne w zależności od wybranej częstotliwości sygnału.

Ze względu na niestabilność układu pneumatycznego spowodowaną nieprawidłową płaskością powierzchni styku zaworów oraz nieprawidłowym docięnięciem zaworów do tej powierzchni zakres operacyjny serwonapędu ograniczony został programowo do **30-117 mm**.

UWAGA: Stanowisko należy obsługiwać tylko przez personel, który został zapoznany z niniejszą instrukcją obsługi.


UWAGA: Stanowisko posiada szafę sterowniczą podpiętą pod źródło napięcia 230VAC, zabrania się otwierania szafy sterowniczej, podczas kiedy urządzenie jest podpięte do źródła napięcia. Zabrania się również uruchamiania stanowiska, jeżeli stan szafy sterowniczej nie jest zgodny z dokumentacją serwisową.

UWAGA: Podczas pracy stanowiska zabrania się kontaktu z tłoczyskiem siłownika oraz elementami współpracującymi. Nie należy również zbliżać się do tych elementów, jeśli użytkownik posiada niezabezpieczone części ubioru lub ciała (np. luźne rękawy, włosy, biżuterię), które mogą zostać wciągnięte lub uwięzione przez ruchome części układu.

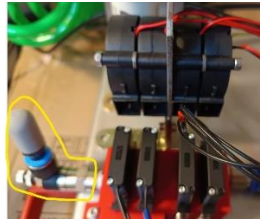
UWAGA: Stanowisko przeznaczone jest do celów dydaktycznych. Należy jednak pamiętać, że wartości nastaw regulatora PID oraz dokładność pozycjonowania muszą być dobierane rozważnie, z uwzględnieniem bezpiecznej pracy układu.

2. Uruchomienie stanowiska

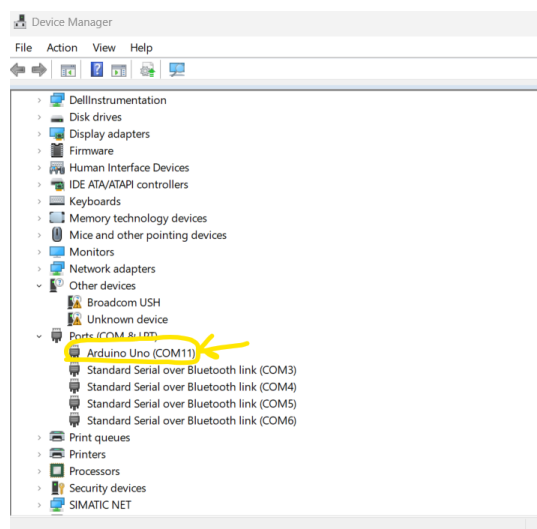
Do obsługi stanowiska potrzebny jest komputer PC z systemem **Windows**, na którym zainstalowany jest program *CoolTerm* (<https://coolterm.en.lo4d.com/download>) wraz z plikiem konfiguracyjnym **PawelMikolajMGR.CoolTermSettings**. Aby uruchomić stanowisko należy postępować według poniżej wypisanych kroków:

1. Należy upewnić się, że stanowisko jest podpięte pod źródło zasilania sprężonym powietrzem, a filtrreduktor (-SP01) ustawiony jest na wartość **ok. 2,5 bara przy zamkniętym zaworze kulowym** umieszczonym po wyjściowej stronie filtrreduktora.
2. Należy upewnić się, że szafa sterownicza stanowiska (+SK01) jest zamknięta i stanowisko jest podłączone pod źródło zasilania 230VAC, **przy czym nie należy jeszcze włączać zasilania szafy sterowniczej!**
3. Należy upewnić się, że przewód z końcówką USB-B jest odłączony od komputera PC, **nie należy jeszcze go podłączać!**
4. Otworzyć zawór kulowy stanowiska włączając tym samym **zasilanie sprężonego powietrza**. **UWAGA:** wyciek sprężonego powietrza z okolic zaworu dławiąco-zwrotnego jest zjawiskiem typowym dla omawianego stanowiska, **nie należy dokonywać żadnych kroków w celu usunięcia wycieku.**
5. Upewnić się, że wskazanie manometru filtrreduktora (-SP01) znajduje się w zakresie **od 1,8 do 2,2 bar**, w razie potrzeby zmienić ustawienia reduktora.
6. Jeżeli układ pneumatyczny jest niestabilny (tłoczyśko siłownika wykonało przejazd na początek 0 mm lub koniec 177 mm zakresu pomiarowego **lub tłoczyśko siłownika stawia spory opór przy próbie ręcznego przesunięcia**) należy dokonać regulacji przepływu powietrza przez zawór dławiąco-zwrotny umieszczony na płycie montażowej (-K1) do której dołączone są zawory (-ZAW). Proces regulacji odbywa się poprzez **próbę wypozyjonowania ręcznego tłoczyśka siłownika oraz odpowiednie ustawienie zaworu dławiąco-zwrotnego** (rys. 3) w taki sposób, aby tłoczyśko siłownika utrzymało swoją pozycję **przy włączonym zasilaniu sprężonym powietrzem**.
7. Po weryfikacji stabilności układu pneumatycznego należy przystąpić do **włączenia zasilania szafy sterowniczej stanowiska** i upewnić się czy wszystkie turbiny wentylatorowe umieszczone przy zaworach (-ZAW) są aktywne.
8. Następnie należy podłączyć przewód USB-B do wolnego wejścia w komputerze PC oraz zweryfikować numer portu, do którego został podłączony serwonapęd używając w tym celu menedżera urządzeń (rys. 4).
9. Należy uruchomić plik konfiguracyjny **PawelMikolajMGR.CoolTermSettings** i wybrać odpowiedni port, do którego podłączony jest serwonapęd w ustawieniach pliku konfiguracyjnego (rys. 5) oraz połączyć się z sterownikiem serwonapędu  **Connect**.
10. Serwonapęd jest gotowy do użytku.

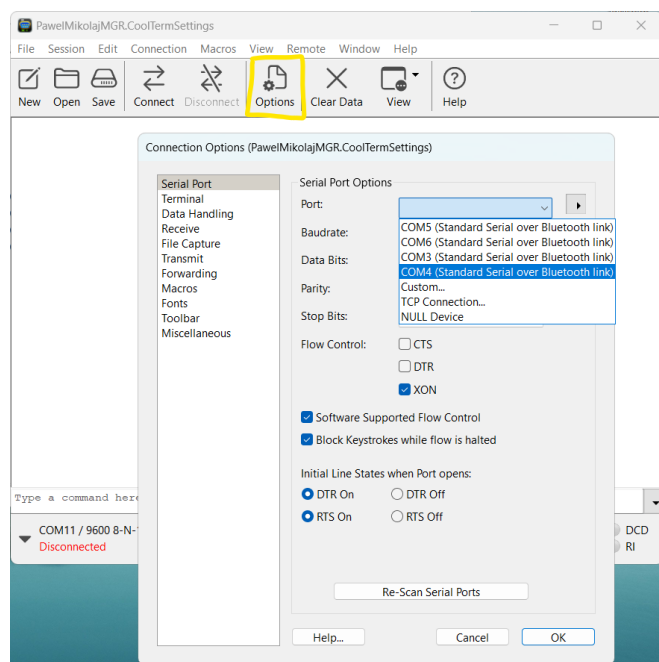
UWAGA: Pominięcie kroków lub niezastosowanie odpowiedniej kolejności procedury uruchomienia stanowiska może spowodować uszkodzenie zaworów serwonapędu!!!



Rys. 3. Zawór dławiąco-zwrotny z tłumikiem płyty montażowej zaworów.



Rys. 4. Rozpoznanie portu, do którego podłączony jest sterownik serwonapędu.



Rys. 5. Ustawienia pliku konfiguracyjnego - wybranie portu.

3. Obsługa stanowiska

Stanowisko obsługiwane jest za pomocą komend wysyłanych za pośrednictwem komunikacji transmisji szeregowej (ang. *Serial*). W tym celu do odbioru danych oraz sterowania serwonapędem zaleca się korzystanie z programu *CoolTerm*, dostępne dla użytkownika komendy wymieniono w tab. 1 wraz z domyślnymi nastawami. Warto nadmienić, iż stanowisko posiada również jeden fizyczny przycisk **STOP**, który wykonuje zadanie komendy „**stop**”.

Tab. 1. Lista komend serwonapędu.

Komenda	Funkcja	Dozwolone wartości	Domyślna wartość
p:	Nastawa członu proporcjonalnego software'owego regulatora	-	0,5
i:	Nastawa członu całkującego software'owego regulatora	-	0,1
d:	Nastawa członu różniczkującego software'owego regulatora	-	0,01
FRQ:	Nastawa częstotliwości sygnału PWM	10; 20; 50	20
setpoint:	Nastawa pozycji zadanej tłoczyska siłownika	30 - 117	80
stop	Zatrzymanie pracy serwonapędu oraz odczytu przebiegu ruchu	-	-
default	Zatrzymanie pracy serwonapędu oraz ustawienie domyślnych wartości nastaw P, I, D, FRQ	-	-
sleep	Ustawienie domyślnych wartości nastaw P, I, D, FRQ oraz przejazd do pozycji domyślnej	-	-
start	Kontynuacja pracy serwonapędu oraz odczytu przebiegu ruchu	-	-
acc:	Nastawa dokładności pozycjonowania serwonapędu	-	1

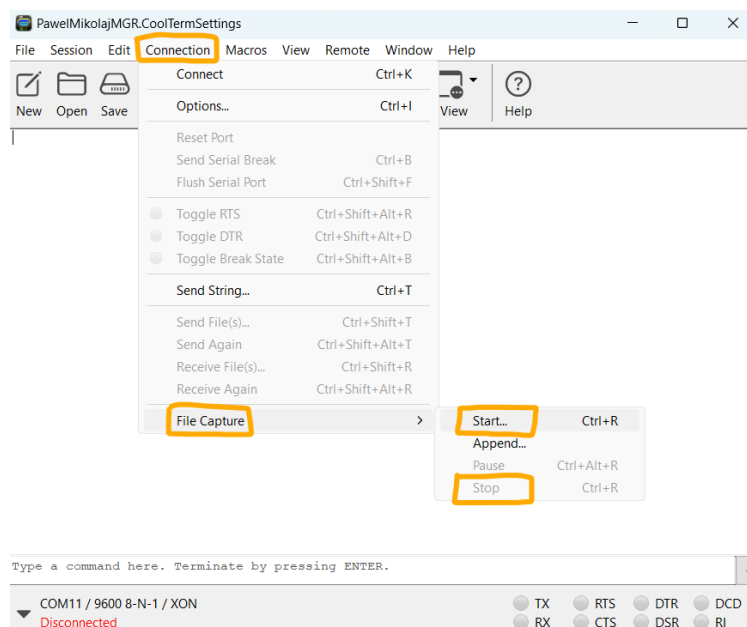
Funkcjonalność serwonapędu określona jest na ciągłą kontrolę pozycji, co oznacza, że w każdym momencie pracy pozycja tłoczyska siłownika jest monitorowana i w przypadku, kiedy odbiega ona o wartość ustawionej dokładności serwonapędu od pozycji zadanej serwonapęd wykona czynności zapewniające ponowne osiągnięcie zadanej wartości.

Obsługa serwonapędu (nadawanie komend) odbywa się poprzez wysłanie danej komendy wraz z ustawianą wartością (np. „**acc:1.5**”). Należy pamiętać, aby nie używać spacji po wpisaniu komendy w terminalu narzędzia do obsługi komunikacji z serwonapędem. Wartości zmiennoprzecinkowe w module Arduino UNO mogą pobrać wartości do dwóch miejsc po przecinku! Wartości zmiennoprzecinkowe należy zapisywać w formacie stanowiącym kropkę jako oddzielenie wartości całkowitej od wartości zmiennoprzecinkowej!

Przykładowy pomiar przebiegu ruchu wraz z zmianą wartości nastaw serwonapędu odbywa się według następującej procedury:

1. Należy wysłać komendę „**stop**” lub użyć przycisku **STOP**.
2. Należy ustawić parametry software’owego regulatora PID, dokładności pozycjonowania oraz częstotliwości sygnału (**jeżeli poprzednio ustawione wartości nie są pożądane**).
3. Należy ustawić **pozycję zadaną**.
4. Należy włączyć zapis transmisji szeregowej do pliku .txt (**rys. 6**) – jeżeli nie jest on już włączony lub pożądanym jest inny plik dla nowej konfiguracji nastaw serwonapędu.
5. Należy wysłać komendę „**start**”.
6. Po zatrzymaniu tłoczyska siłownika (wypozycjonowaniu) lub **ciągłym przeregulowaniu należy wysłać komendę „stop” lub użyć przycisku STOP**.
7. Należy zakończyć zapis transmisji szeregowej (**opcjonalne**).
8. Należy powtórzyć kroki 1-7 w celu wykonania kolejnego pomiaru.

UWAGA: W przypadku, kiedy układ pneumatyczny utracił stabilność (**tłoczysko siłownika wykonało przejazd na początek 0 mm lub koniec 177 mm zakresu pomiarowego**) należy niezwłocznie wysłać komendę „**stop**”, zaniechanie tej czynności **może spowodować uszkodzenie zaworów serwonapędu!!!**




Rys. 6. Rozpoczęcie i zatrzymanie zapisu transmisji szeregowej do pliku .txt

UWAGA: Uzyskany za pomocą transmisji szeregowej plik .txt posiada następującą strukturę: **(czas);(pozycja aktualna);(pozycja zadaną);(uchyb)**

4. Wyłączenie stanowiska

Aby wyłączyć stanowisko należy:

1. **Jeżeli układ pneumatyczny nie utracił stabilności** – należy wysłać komendę „sleep”.
2. Wysłać komendę „stop” lub użyć przycisku **STOP**.
3. Należy wyłączyć transmisję szeregową  oraz **odłączyć przewód z końcówką USB-B** od komputera PC.
4. Należy **wyłączyć zasilanie szafy sterowniczej** stanowiska.
5. Należy **zamknąć zawór kulowy** umieszczony po wyjściowej stronie filtroreduktora (-SP01), pozbawiając tym samym stanowiska zasilania sprężonym powietrzem.
6. Stanowisko jest wyłączone z pracy.

UWAGA: Pominięcie kroków lub niezastosowanie odpowiedniej kolejności procedury wyłączenia stanowiska może spowodować uszkodzenie zaworów serwonapedu!!!