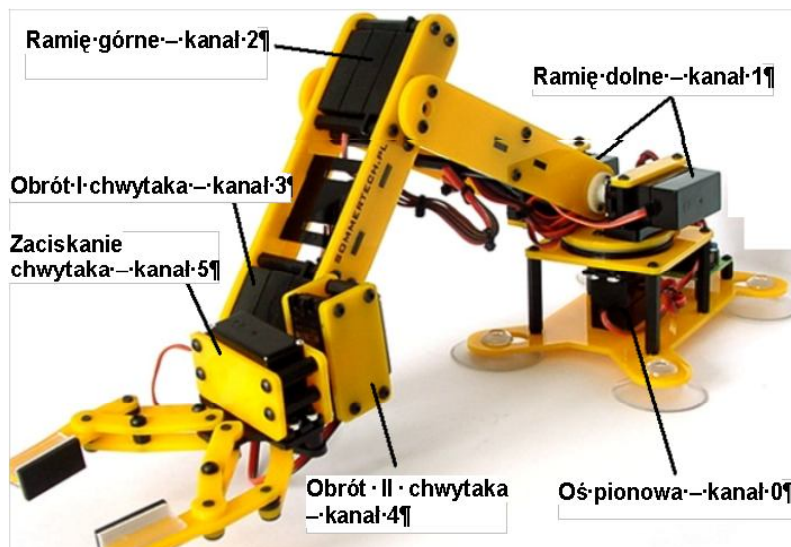


Ćwiczenie 1-2: Manipulator robotyczny – podstawy sterowania.

Głównym elementem stanowiska jest robot-manipulator, którego można zaprogramować, tak aby wykonywał zapamiętane ruchy.

Manipulator posiada pięć stopni swobody oraz chwytak. Ruchy w parach kinematycznych robota realizowane są przez siedem serwomechanizmów modelarskich typu STANDARD oraz MINI. Serwomechanizmy są urządzeniami składającymi się z silnika, przekładni, elektroniki sterującej oraz czujnika potencjometrycznego mierzącego aktualną pozycję. Dzięki swej konstrukcji i funkcjonalności serwomechanizm można ustawiać i utrzymywać w określonej pozycji.



W stosowanym manipulatorze zastosowano 2 serwomechanizmy na jednej z osi dla podwojenia udźwigu.

Jednoczesne sterowanie dwoma serwami uzyskano stosując rozgałęźnik sygnału.

Programowanie odbywa się dzięki sterowaniu z komputera PC z odpowiednim oprogramowaniem współpracującym z układem sterowania napędami par kinematycznych.

Sterowanie manipulatorem.

Sterowanie pracą poszczególnych serwomechanizmów a co za tym idzie całym manipulatorem jest realizowane za pomocą 6-o kanałowego sterownika serwomechanizmów **Pololu Micro Maestro**. Sterownik jest programowany za pomocą komputera PC, z którym komunikuje się poprzez port USB. Poprzez połączenie USB możliwe jest konfigurowanie parametrów pracy sterownika, wysyłanie poleceń/programu, odczyt aktualnego stanu pracy sterownika.

Port USB służy również do zasilania sterownika oraz opcjonalnie może służyć do zasilania serwomechanizmów. Możliwe jest również zastosowanie niezależnego zasilania serw.

Do tworzenia programów sterujących oraz komunikacji ze sterownikiem służy aplikacja **Maestro Control Center**.

Jest to graficzne narzędzie, które ułatwia korzystanie z interfejsu USB. Tworząc nowy projekt sterowania należy zastosować **Control Center**, aby skonfigurować i przetestować projekt.

Aplikacja jest zorganizowana w postaci zakładki odpowiadających poszczególnym funkcjonalnościom. Podstawowa zakładka **Status** jest widoczna po uruchomieniu programu.

Zakładka **Status** służy do kontrolowania stanów wyjść sterownika i monitorowania ich statusu w czasie rzeczywistym. Dla każdego z kanałów wyświetlane są informacje w osobnym wierszu. Dla sterownika stosowanego do manipulatora ARM1 jest wyświetlanych 6 kanałów (0-5).

Patrząc od lewej, dla każdego kanału mamy:

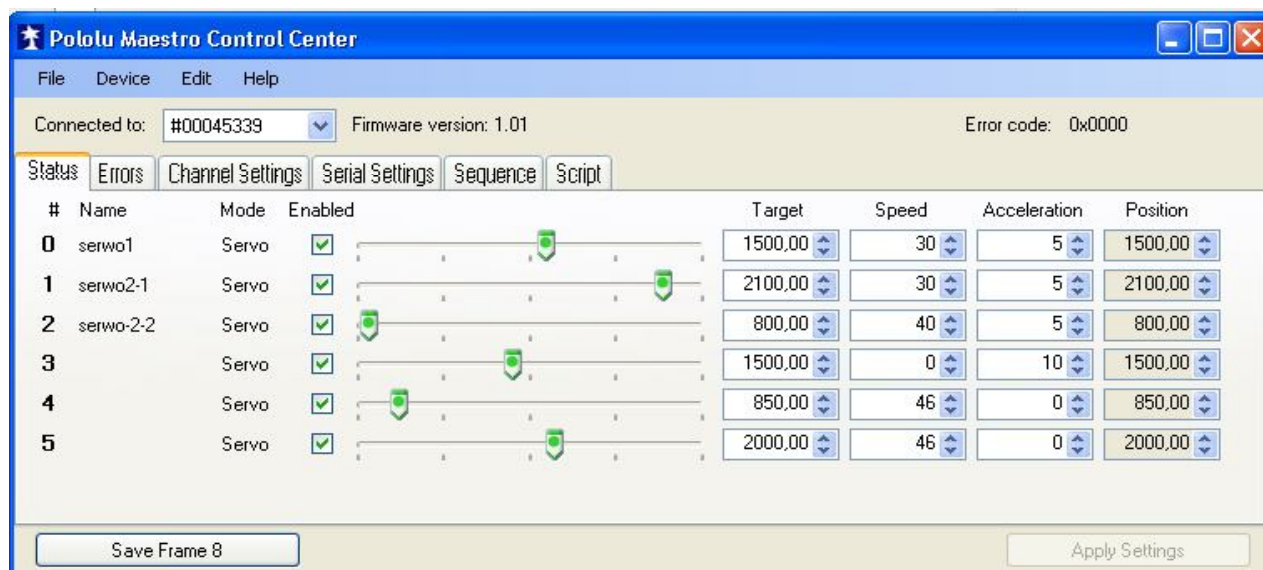
- numer kanału,

Name - nazwa,

Mode - tryb pracy (Serwo/wyjście),

Enabled - pole wyboru włączenia/wyłączenia kanału,

suwak umożliwiającą nastawianie docelowego położenia serwa, (zielony punkt wskazuje bieżącą pozycję serwa), suwak jest automatycznie skalowany w celu dopasowania wartości minimalnej i maksymalnej określonej na karcie **Channel Settings**,



Target - pole wprowadzania dokładnej pozycji serwa (odpowiada pozycji suwaka),

Speed - pole wprowadzania prędkości serwa,

Acceleration - pole wprowadzania przyspieszenia Serwa (rozpędzanie/hamowanie),

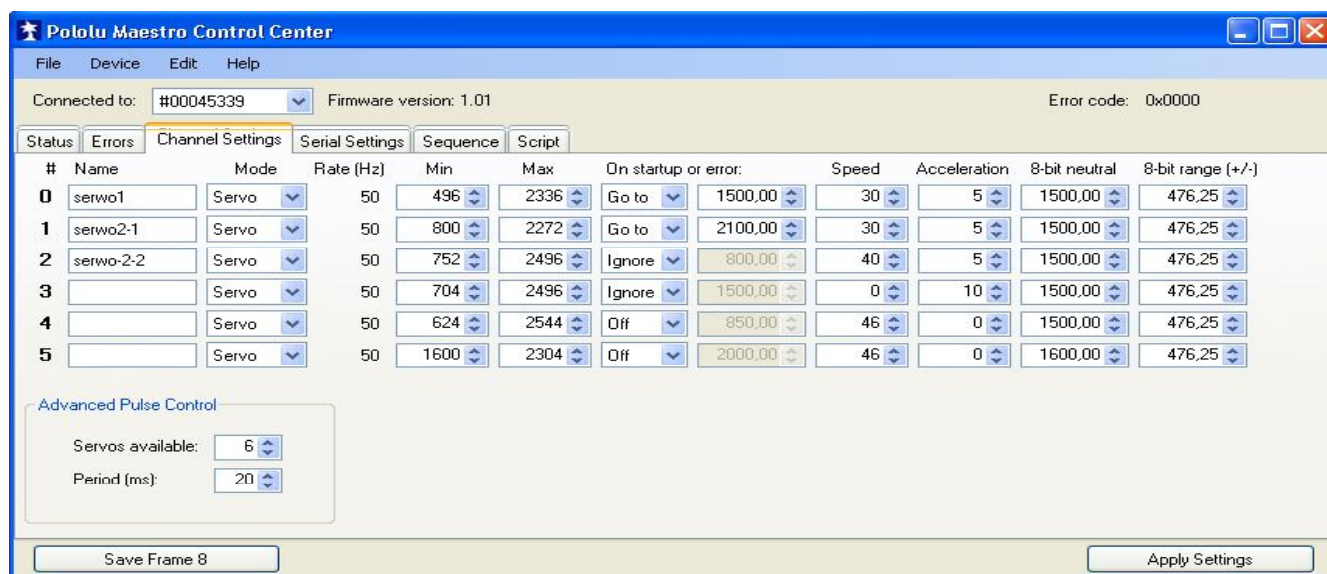
Position - pole pozycji serwa (odpowiada pozycji zielonego punktu),

Pola białe umożliwiają wprowadzanie wartości, pola szare służą jedynie do odczytu.

Wejścia "**Speed**" i "**Acceleration**" umożliwiają regulację prędkości i przyspieszenia poszczególnych serw. Wartości domyślne są określone na zakładce **Channel Settings**, ale przydatne może być dostosowanie tych wartości w konkretnym projekcie.

Suwaki przyporządkowane odpowiednim kanałom sterownika pozwalają na ustawianie pozycji serw sterujących ruchami w poszczególnych parach kinematycznych manipulatora. Suwak kanału 0 przeznaczony jest do sterowania pracą napędu obrotu wokół osi pionowej robota (obrót podstawy). Suwak kanału 1 podnosi i opuszcza ramię dolne robota, podczas gdy suwak kanału 2 podnosi i opuszcza jego ramię górne. Suwak kanału 3 przeznaczony jest do podnoszenia i opuszczania chwytaka. Suwak kanału 4 pozwala na sterowanie obrotem chwytaka. I ostatni suwak kanału 5 pozwala na otwarcie lub zamknięcie szczęk chwytaka.

Karta **Channel Settings** daje możliwość ustawiania wielu parametrów związanych z kanałem, które są przechowywane w sterowniku i wpływają na jego działanie zaraz po uruchomieniu.



Kolejne wiersze odpowiadają kolejnym kanałom sterownika.

Część parametrów odpowiada tym wyświetlanym w zakładce **Status**, z tym że w tej zakładce możliwe jest zmiana/ustawianie ich wartości (nazwa, tryb pracy, prędkość, przyspieszenie).

Rate - określa częstotliwość taktowania dla każdego kanału (*Micro Maestro* wszystkie serwomechanizmy muszą mieć tę samą częstotliwość taktowania)

Min,Max - określają dozwolone graniczne wartości pozycji serwa.

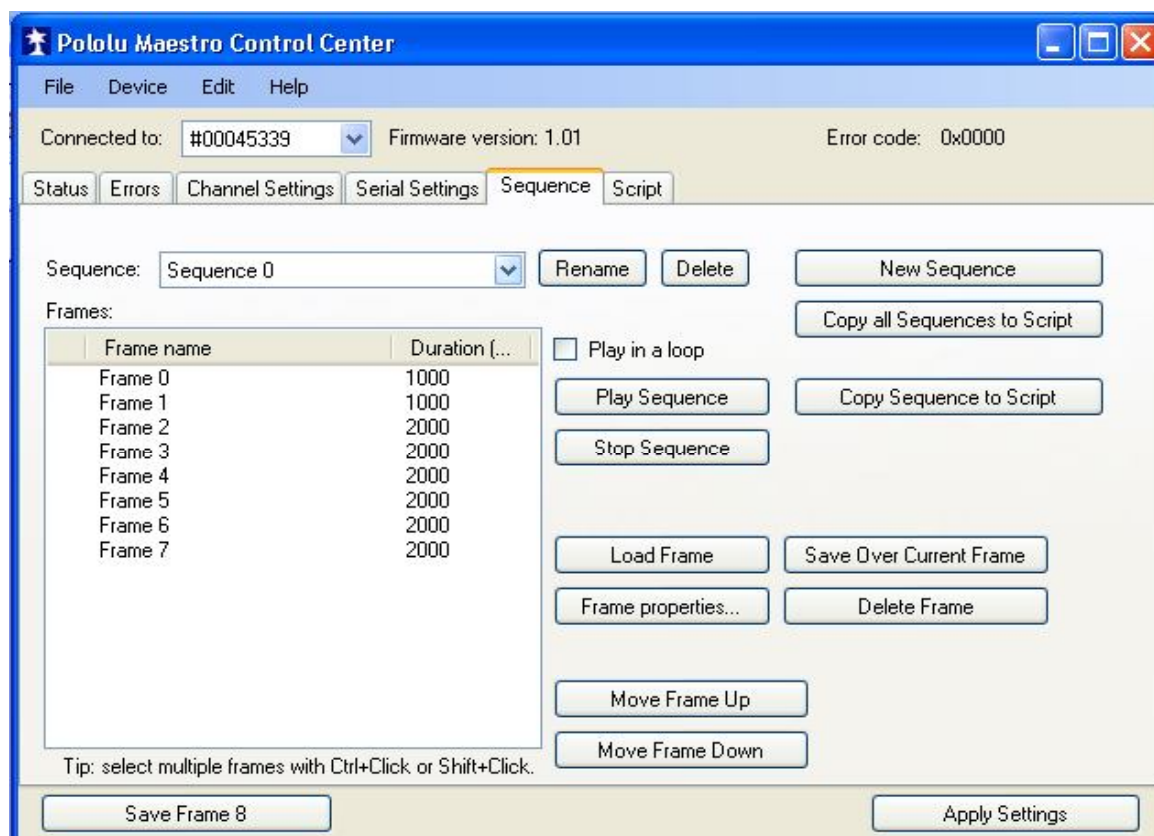
On startup or error – sposób działania Serwa podczas uruchamiania/resetowania sterownika lub gdy wystąpi błąd:

Off - serwo powinno być początkowo wyłączone, wyłączone, gdy wystąpi błąd.

Ignore - serwo powinno być początkowo wyłączone, bez zmiany wartości w przypadku błędu.

Go to - domyślna pozycja serwomechanizmu, serwo zostanie włączone i ustawione w tej pozycji przy uruchomieniu lub gdy wystąpi błąd

Karta **Sequence** daje możliwość tworzenia programu sterującego pracą poszczególnych serw, a co za tym idzie praca całego manipulatora. Karta **Sequence** umożliwia projektowanie prostych programów sterujących ruchem serwomechanizmów przyporządkowanych do poszczególnych kanałów sterownika. Program taki składa się z listy inicjowanych w określonej kolejności ruchów (**Frame**). Każdy z ruchów jest definiowany poprzez podanie docelowej pozycji każdego z serw i czasu (**Duration**) przeznaczonego na realizację danego ruchu (w milisekundach). Pozycje serw są ustawiane w karcie **Status** i przenoszone do programu za pomocą przycisku **Save Frame**. Czas konieczny do wykonania danego ruchu wynika z ustawionej prędkości oraz zakresu ruchu. Jeśli ustawiony czas będzie większy niż wynikający z prędkości i zakresu ruchu, to serwo po zakończeniu ruchu zatrzyma się aż upłynie nastawiony czas. Jeśli ustawiony czas będzie mniejszy niż wynikający z prędkości i zakresu ruchu, to kolejny ruch rozpocznie się przed zakończeniem ruchu aktualnie realizowanego.



Program jest przechowywany w rejestrze komputera, na którym został utworzony. Program można kopiować do skryptu, który jest zapisywany w sterowniku. Program można również eksportować do innego komputera za pomocą zapisanego pliku ustawień (**File - Save settings file**).

Podstawowa procedura tworzenia programu:

1. Wcisnąć przycisk **New Sequence** na karcie **Sequence** i wprowadzić nazwę programu.
2. Przejść do karty **Status**. Korzystając z elementów sterujących (suwak, pole **Target**) na karcie **Status**, ustawić docelowe pozycje każdego z serw, dla pierwszego ruchu.
- 3 Wcisnąć przycisk **Save Frame** u dołu okna. (ruch zostanie zapisany w polu programu karty **Sequence**)
4. Powtórzyć czynności 2-3 aby zaprogramować kolejne ruchy.
5. Przejść na kartę **Sequence**. Teraz można odtworzyć cały program za pomocą przycisku **Play Sequence** lub można ustawić serwa na pozycje dla określonego ruchu, wciskając przycisk **Load Frame**.

Przycisk **Frame properties** umożliwia ustawienie czasu trwania i nazwy ruchu.

Przycisk **Save Over Current Frame** powoduje zastąpienie wybranego ruchu bieżącymi wartościami docelowymi z karty **Status**.

Zaznaczenie pola wyboru **Play in a loop** powoduje ciągłe odtwarzanie ruchów „w pętli”.

Lista rozwijalna **Sequence** oraz przyciski **Reneme**, **Delete** i **New Sequence** służą do tworzenia wielu programów i zarządzania nimi.

Przycisk **Play Sequence** powoduje uruchomienie programu i realizację kolejnych ruchów.

Przycisk **Stop Sequence** powoduje zatrzymanie programu.

Przycisk **Load Frame** powoduje realizację pojedynczego ruchu, który aktualnie jest zaznaczony.

Przycisk **Delete Frame** powoduje usunięcie pojedynczego ruchu, który aktualnie jest zaznaczony.

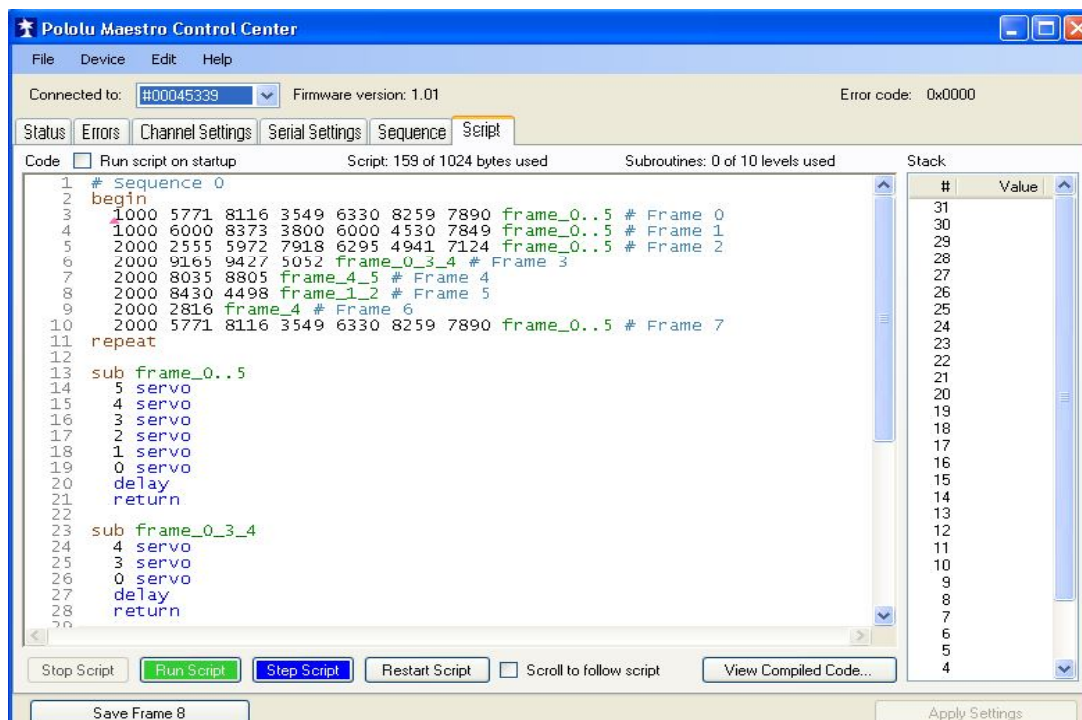
Przyciski **Move Frame Up/Down** umożliwiają zmianę kolejności ruchów w programie.

Program może być przetworzony w postać, którą można przesłać i przechowywać w sterowniku. **Copy Sequence to Script** przetwarza program w postać „zapętloną” gotową do uruchomienia w sterowniku. W większości przypadków warto również zaznaczyć pole wyboru **Run script on startup** na karcie **Script**, dzięki czemu program będzie działał automatycznie po uruchomieniu sterownika, umożliwiając w pełni automatyczną pracę bez połączenia z komputerem (konieczne jest zasilanie sterownika).

Wskazówki do tworzenia programu:

- Można zaznaczyć jednocześnie wiele ruchów, przytrzymując przyciski Ctrl lub Shift, klikając je. Pozwala to na szybkie przesuwanie, usuwanie, ustawianie czasu trwania, wycinanie, kopiowanie lub zapisywanie kilku ruchów jednocześnie.
- Poszczególne karty z głównego okna programu można przemieszczać do własnych okien. Np. przeciągając kartę **Sequence** poza okno główne, można mieć jednocześnie widoczne karty **Status** i **Sequence**.
- Można wycinać, kopiować i wklejać poszczególne ruchy, zaznaczając je, a następnie używając menu **Edit** lub standardowych skrótów klawiaturowych. Ruchy są zapisywane w schowku jako tekst rozdzielany tabulatorami, dzięki czemu można je wklejać do programu arkusza kalkulacyjnego, edytować, a następnie kopiować z powrotem do listy ruchów.

Zakładka **Script** to miejsce, w którym tworzony jest program w postaci gotowej do załadowania do sterownika. Po wprowadzeniu programu i wyborze przycisku **Apply Settings** w celu załadowania programu do urządzenia, dostępne są dodatkowe opcje do testowania i debugowania programu.



Aby uruchomić program, wybieramy zielony przycisk oznaczony **Run Script**. Program będzie realizowany przez sterownik dopóki nie wystąpi instrukcja QUIT lub wystąpi błąd.

Gdy program jest uruchomiony, czerwony przycisk **Stop Script** jest aktywny, a mały różowy trójkąt przemieszcza się w kodzie źródłowym, pokazując instrukcję, która jest aktualnie wykonywana. Aby bardziej szczegółowo prześledzić działanie programu, można wybrać niebieski przycisk oznaczony **Step Script**. Ten przycisk powoduje, że program wykonuje jedną instrukcję, a następnie zatrzymuje się i czeka na kolejne polecenie. Śledząc działanie poszczególnych instrukcji programu, można sprawdzić, czy każda część programu działa zgodnie z założeniami.

Domyślnie program działa tylko po wyborze przycisku **Run Script**. Jeśli chcemy, aby skrypt działał automatycznie, tak aby sterownik mógł być używany bez stałego połączenia USB należy zaznaczyć pole wyboru **Run script on startup**. Sterownik automatycznie uruchomi wgrany program po włączeniu zasilania.

Przebieg ćwiczenia:

1. Zapoznać się z budową robota, wykonać szkic układu kinematycznego.
2. Uruchomić komputer i aplikację *Maestro Control Center*
3. Sprawdzić podłączenie robota:
 - przewód USB połączenie sterownika z komputerem,
 - przewód zasilania serwomechanizmów (zasilacz),
4. Ustanowić połączenie sterownika z aplikacją **Maestro Control Center** (lista rozwijalna: **connected to:**)
5. Włączyć poszczególne kanały (pole wyboru **Enabled**)
6. Sprawdzić ustawienia pozycji, prędkości i przyspieszeń (wartości na rysunku karty **Status**)
7. Sprawdzić działanie serw przy różnych wartościach prędkości oraz przyspieszeń (uwaga: ustawienie wartości 0 powoduje działanie z maksymalnymi prędkościami oraz przyspieszeniami)
8. Zaprogramować robota do realizacji zadania manipulacyjnego zdefiniowanego przez prowadzącego.
9. Przetestować działanie programu wprowadzić modyfikacje dla uzyskania płynności ruchów.
10. Kończącą postać programu zapisać do w postaci pliku tekstowego (menu: **File-Save settings file**, uwaga: w pierwszej linii skryptu dopisać znak # oraz nazwiska studentów realizujących ćwiczenie).