UNIWERSYTET MORSKI **Gdynia dnia 2025-05-05**
Katedra Podstaw Techniki
Laboratorium Automatyki – Robotyka

Instrukcja do ćwiczenia

Ćwiczenie nr	46
Temat :	**Programowanie pozycji ramienia robota**
Stanowisko laboratoryjne	**Ramię robota Mechatronik,** **RobLab**
	Help programu RobLab

UNIWERSYTET MORSKI
Laboratorium Automatyki
Gdynia 2025

Przykładowy program przestawiania klocków na stole „RobTrain_Table2_[M_G]”

```
R1 = 10
HOPEN
*Start
MOV P1
MOV P2
GOSUB *Pick
MOV P3
GOSUB *Leave
MOV P4
GOSUB *Pick
MOV P5
GOSUB *Leave
MOV P1
MOV P3
GOSUB *Pick
MOV P4
GOSUB *Leave
MOV P5
GOSUB *Pick
MOV P2
GOSUB *Leave
GOTO *Start
'.. pick detal
*Pick
MOV P0 -Z,R1
HCLOSE
MOV P0 +Z,R1
return
'.. leav detal
*Leave
MOV P0 -Z,R1
HOPEN
MOV P0 +Z,R1
return
END
```

```
01 R1 = 10
02 HOPEN
03
04 *Start
05 MOV P1
06 MOV P2
07 GOSUB *Pick
08 MOV P3
09 GOSUB *Leave
10 MOV P4
11 GOSUB *Pick
12 MOV P5
13 GOSUB *Leave
14
15 MOV P1
16 MOV P3
17 GOSUB *Pick
18 MOV P4
19 GOSUB *Leave
20 MOV P5
21 GOSUB *Pick
22 MOV P2
23 GOSUB *Leave
24
25 GOTO *Start
26
27 '.. pick detal
28 *Pick
29 MOV P0 -Z,R1
30 HCLOSE
31 MOV P0 +Z,R1
32 return
33
34 '.. leav detal
35 *Leave
36 MOV P0 -Z,R1
37 HOPEN
38 MOV P0 +Z,R1
39 return
40 END
```

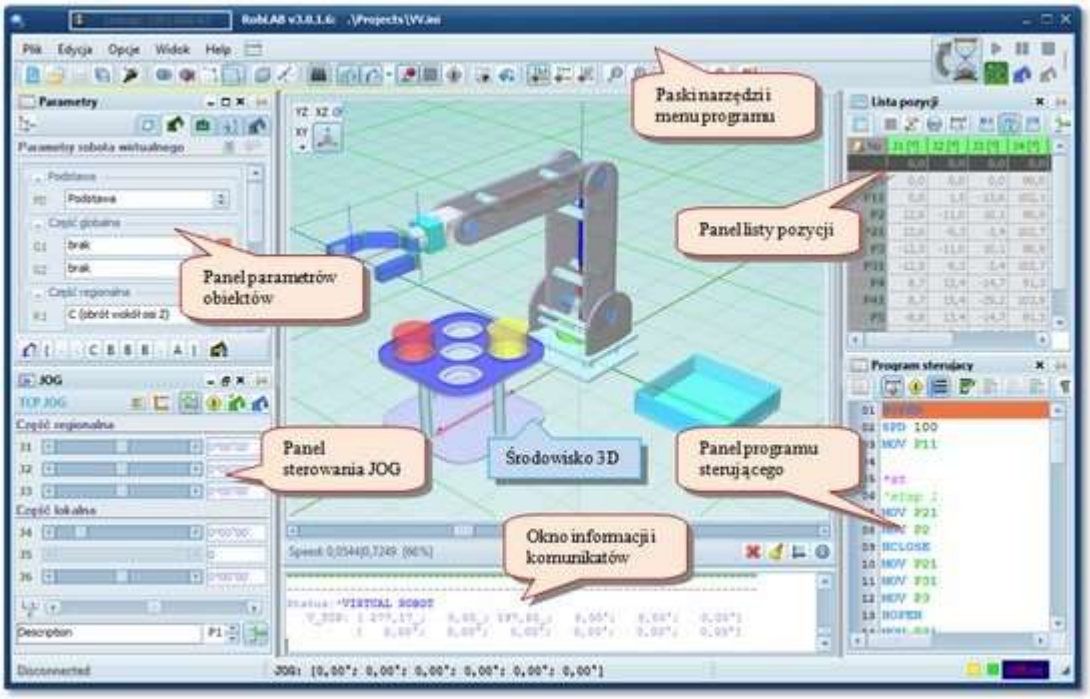
No	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]	T [°]	P [°]	R [°]	J1 [°]	J2 [°]	J3 [°]	J4 [°]	J5 [°]	J6 [°]	G
P0	283,0	0,0	197,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
P1	165,0	0,0	90,0	90,0	0,0	0,0	0,0	0,1	-3,8	93,6	0,0	0,0	
P2	135,0	30,0	90,0	90,0	12,5	0,0	12,5	-10,8	6,3	94,5	0,0	0,0	
P3	195,0	30,0	90,0	90,0	8,7	0,0	8,7	13,6	-18,6	95,0	0,0	0,0	
P4	195,0	-30,0	90,0	90,0	-8,7	0,0	-8,7	13,6	-18,6	95,0	0,0	0,0	
P5	135,0	-30,0	90,0	90,0	-12,5	0,0	-12,5	-10,8	6,3	94,5	0,0	0,0	

Interfejs użytkownika

Tematy w tym rozdziale zawierają krótkie informacje o użyciu i funkcjach aplikacji. Podstawowe elementy aplikacji to:

- Menu główne
- Menu Panel sterowania
- Paski zadań
- Panele boczne
- Okno widoku 3D
- Panel informacji i Pasek stanu

Poniżej przedstawiono okno aplikacji w dwóch wersjach kolorystycznych

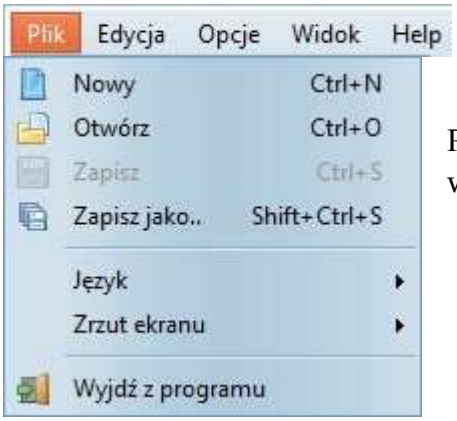


Widok głównego okna aplikacji – jasne

Widok głównego okna aplikacji - ciemne

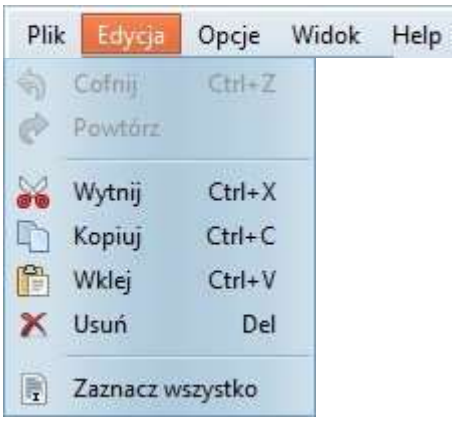
Menu główne

Menu aplikacji zawiera zestaw narzędzi które w większości dostępnych są również w postaci pasków zadań. Dodatkowo posiada opcje kontroli widocznością pasków jak i bocznych paneli.



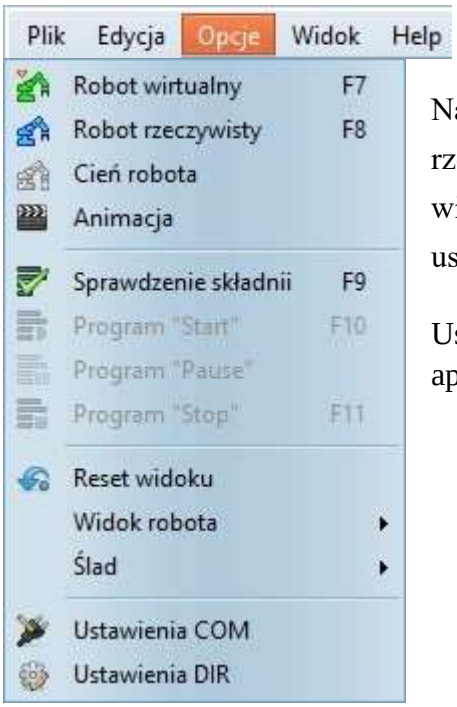
Menu plik

Podstawowe narzędzia operacji plikowych oraz zmiany języka i wykonanie zrzutów ekranu z aplikacji.



Menu edycja

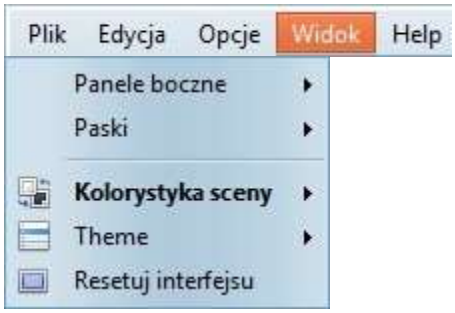
Podstawowe narzędzia edycyjne tj. wytnij, kopiuj, wklej, usuń, zaznacz itp.



Menu opcje

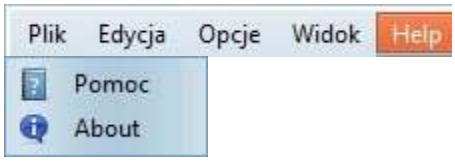
Narzędzia do nawiązania komunikacji z robotem wirtualnym lub rzeczywistym, kontrola przetwarzania programu, zarządzanie widokiem oraz szkicami śladów ruchu Ustawienia COM- opcje ustawień portu COM

Ustawienia DIR- ustawień położenia plików opcji i projektów aplikacji



Menu widok

Opcje kontroli widoczności paneli i pasków oraz ustawienia kolorystyczne aplikacji



Menu help

Opcje pomocy aplikacji.

Panel sterowania

Panel starowania pozwala na zmianę aktualnego połączenia z robotem wirtualnym lub rzeczywistym, wyświetlenie stanu jego pracy, zgłoszenie kolizji i błędów obliczeń oraz wstrzymanie, wznowienie i pełne zatrzymanie pracy robota.

- nawiązanie połączenia z wirtualnym robotem [F7]

- nawiązanie połączenia z rzeczywistym robotem [F8]

- włączenie "cienia" ruchu rzeczywistego robota

- uruchomienie/wznowienie programu sterującego [F10]

- wstrzymania przetwarzania programu

- zatrzymanie przetwarzania programu sterującego [F11]

Diody statusu

- stan nieaktywny (brak połączenia z obiektem sterowania)

- stan połączenia (bez żadnej aktywności) z robotem wirtualnym

```
------------------------------------------------------------------
Status:*ROBOT VIRTUALNY
   V_TCP: [ 277,17_;   0,00_; 197,50_;   0,00°;   0,00°;   0,00°]
          [   0,00°;   0,00°;   0,00°;   0,00°;   0,00°;   0,00°]
```

Informacja o połączeniu z robotem wirtualnym
(wersja programu oraz aktualna pozycja robota)

- stan połączenia (bez żadnej aktywności) z robotem rzeczywistym

```
------------------------------------------------------------------
RobTrain v2 - [22]
------------------------------------------------------------------
Status:*REAL ROBOT
   R_TCP: [ 277,17_;   0,00_; 197,50_;   0,00°;   0,00°;   0,00°]
          [   0,00°;   0,00°;   0,00°;   0,00°;   0,00°;   0,00°]
------------------------------------------------------------------
```

Informacja o połączeniu z robotem rzeczywistego
(dane kontrolera oraz aktualna pozycja robota)

- stan aktywnego ruchu robota

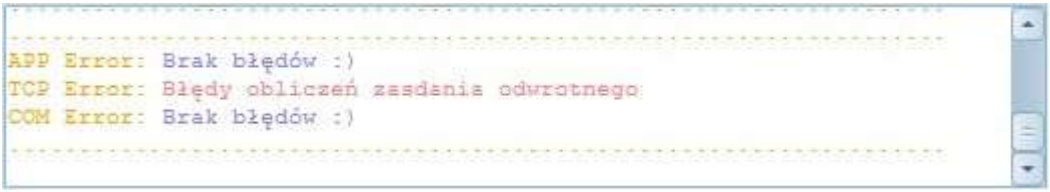
- stan aktywnego przetwarzania programu sterującego

- stan aktywnego szkicowania przestrzeni roboczej

- stan wystąpienia kolizji (przy włączonej opcji zatrzymania robota po wykryciu kolizji)

- stan wykrycia błędów obliczeń przy ruchu do zadanej pozycji

Kliknięcie na diodę statusu wywoła opcję wyświetlenia w oknie informacji, informacji o aktualnych wykrytych błędach.



Informacja o aktualnych wykrytych błędach

Paski zadań

Dostępne paski zadań aplikacji

- Pasek standardowy
- Pasek śladu
- Pasek opcji 3D
- Pasek widoku
- Pasek pomocy

Pasek standardowy

›› Paski zadań ››

Pasek standardowy

Opis ikon

- utwórz nowy projekt
- otwórz projekt
- zapisz (zapisanie projektu aktualnie otwartego)
- zapisz jako (należy podać nazwę pliku i miejsce położenia)
- ustawienia portu COM

Pasek śladu

›› Paski zadań ››

Pasek śladu

Opis ikon

- włączenie nanoszenia śladu ruchu
- widok punktów śladu
- widok linii łączącej punkty śladu
- kasowanie dotychczasowego śladu
- szkic siatki przestrzeni roboczej
- szkic trajektorii ruchu (kreator trajektorii)
- szkic wybranych punktów (wybrane punkty listy)
- kasowanie wszystkich szkicowanych obiektów

Widok śladu

Przycisk włączenia nanoszenia śladu daj możliwość przerywania szkicu i go wznawiania. Aby skasować ślad należy po zatrzymaniu szkicowania wymusić jego kasowanie.

Przyciski widoku punktów oraz linii służą przełączaniu pomiędzy szeregiem opcji widoku.

Punkty śladu

- punkty w kształcie sześcianu
- punkty w kształcie bryły
- brak punktów

Linie śladu

- linia ciągła
- linia przerywana
- linia typu spline
- brak linii

Pasek opcji 3D

›› Paski zadań ››

Pasek śladu

Opis ikon

- uruchomienie procesu animacji ruchu ramienia robota (umożliwienie wpływania na prędkość wykonywanych ruchów) - opcje widoku ramienia robota

- opcje widok elementów przestrzeni

- reset widoku 3D

- reset pozycji napędów

- zmiana położenia punktu TCP (zaczepiony na końcu ostatniego członu lub na końcu chwytaka) - widoczność siatki

- ukrycie/wyświetlanie konturów brył opisanych zależnościami fizycznymi np. grawitacja Copyright © 2016; by Mechatronik.pl All Rights Reserved.

Pasek widoku

›› Paski zadań ››

Pasek widoku

Opis ikon

Domyślne funkcje lewego klawisza myszki:

- obracanie kamery

- przesuwanie kamery

- przybliżenie / oddalenie kamery

- centrowanie widoku kamery

- reset widoku z kamery

Informacja

Ustawienia kamery zapisywane są w projekcie podczas wywołania funkcji "zapisz". Reset widoku kamery wywołuje te zapisane parametry ustawienia kamery.

Pasek pomocy

›› Paski zadań ››

Pasek pomocy

Opis ikon

- otwarcie pliku pomocy

- włącznie wskaźnika zapytania "Co to jest?"

- logowanie na konto większych uprawnień aplikacji

- wyjście z programu

Zmiana hasła administratora

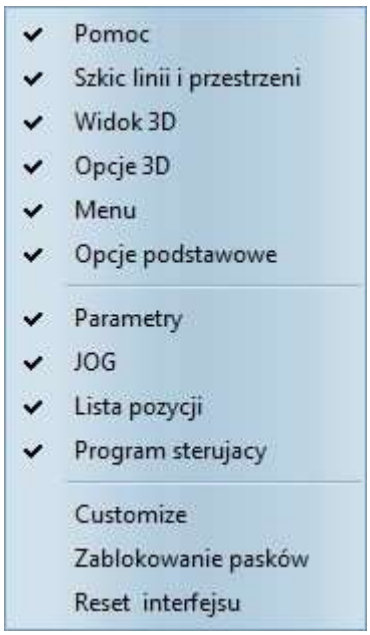
Logowanie: aby zmienić hasło administratora należy uprzednio zalogować się na to konto. Po zalogowaniu zostanie udostępniony dodatkowy przycisk zmiany hasła.

- dodatkowy przycisk zmiany hasła dostępna po zalogowaniu na konto administratora

Menu podreczne

Interfejs ›› Paski zadań ››

Parametry aplikacji tj. położenie i wielkością okna, położenie i wielkością paneli, położenie pasków narzędzi czy kolorystyka interfejsu można modyfikować do własnego potrzeb, a każda zmiana zostaje zapisana w pliku konfiguracyjnym podczas zamykania programu. Aby zmienić niektóre z parametry można posłużyć się menu podręcznym dostępnym po kliknięciu prawym klawiszem myszki na dowolnym pasku narzędzi.



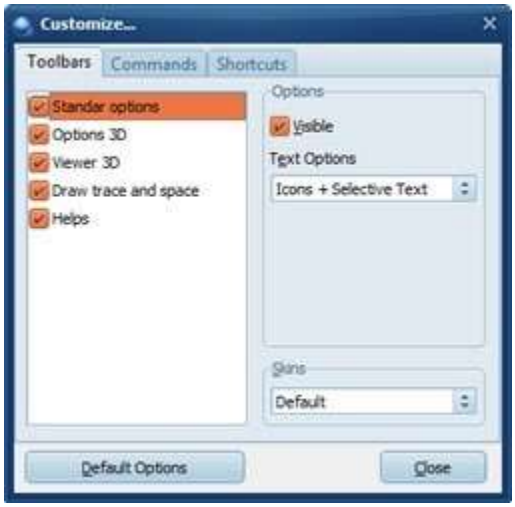
Włączenie/ wyłączenie widoczności pasków narzędzi

Włączenie/ wyłączenie widoczności paneli

Otwarcie narzędzia parametryzacji interfejsu

Włączenie blokady przemieszczania pasków narzędzi

Przywrócenie domyślnych ustawień okna interfejsu



Zakładka Toolbars

- sterowanie widocznością pasków, zmianą wyglądu ikon paska oraz zmiana kolorystyki interfejsu (tzw. Skin).

Zakładka Commands

- zmiana ustawień przycisków na paskach narzędzi

Zakładka Shortcuts

- zmiana przypisanych skrótów klawiaturowych

Panele boczne

Rodzaje paneli bocznych

Boczne panele pełnią określoną funkcję zależnie od ich przeznaczenia. Dostępne są cztery boczne panele:

- Panel parametrów - panel umożliwiający edycje obiektów przestrzeni 3D oraz zmianę parametrów aplikacji
- Panel sterujący JOG - panel sterujący ramieniem robota oraz sygnałami wej/wyj
- Panel listy pozycji - panel zawierający zebraną listą pozycji oraz ich edycją
- Panel programu sterującego - panel zawierający kod programu sterującego pracą robota oraz jego edycję

Każdy z tych paneli posiada możliwość odłączenia od aplikacji głównej oraz możliwość zmiany rozmiaru i położenia.

Podstawowe funkcje sterujące panelem umieszczone na belce panelu

- blokada dokowania panelu w aplikacji
- włączenie/wyłączenie automatycznego odświeżania parametrów panelu - ukrycie panelu (zamknięcie)

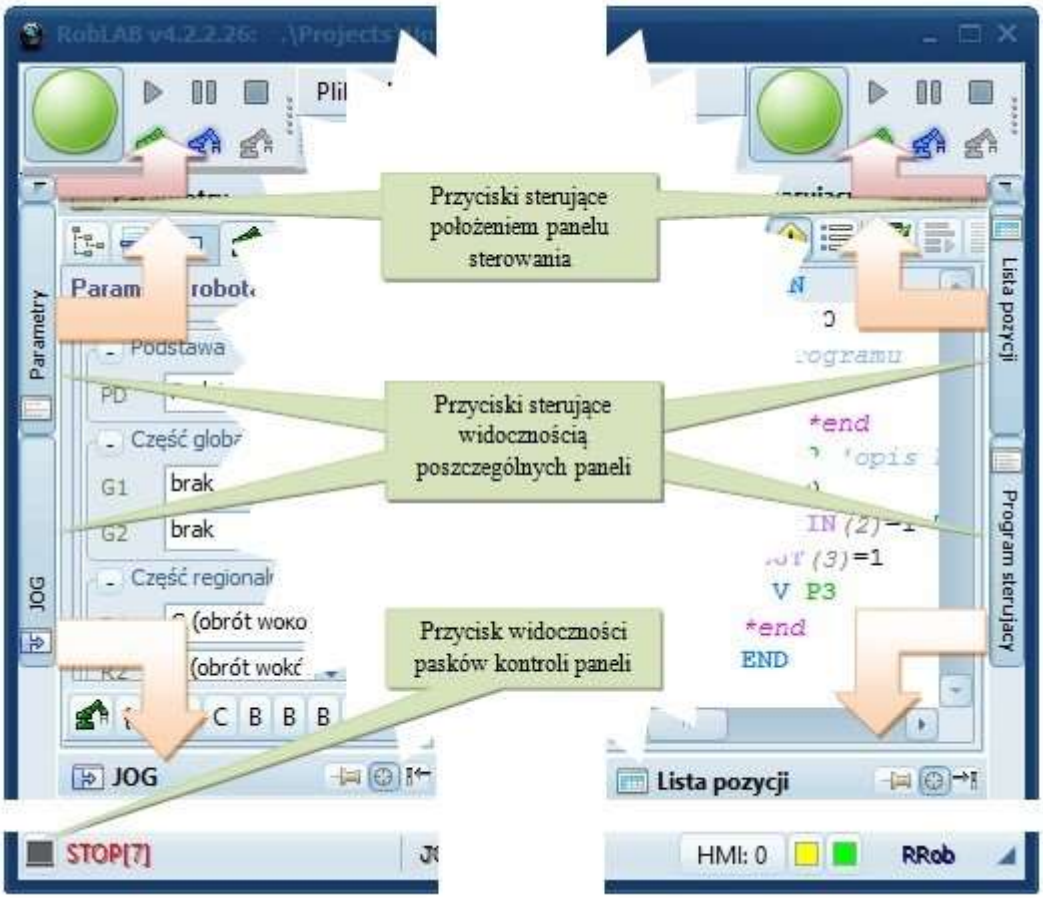
Paski kontroli paneli bocznych

Po lewej jak i po prawej stronie aplikacji znajdują się paski z przyciskami kontrolującymi widoczność poszczególnych paneli bocznych. Naciśnięcie przycisku ukrywa lub pokazuje wybrany panel.

W górnej części pasków kontroli znajdują się przyciski sterujące pozycją panelu sterowania. Umożliwiające zmianę jego położenia jak również całkowite ukrycie.

Paski te można ukryć przyciskiem znajdującym się lewym dolnym rogu aplikacji. O stanie widoczności pasków akcji przycisku wskazuje ikona przycisku:

- paski widoczne, naciśniecie przycisku ukryje je.
- paski nie widoczne, naciśnięcie przycisku pokaże je.



Panel parametrów

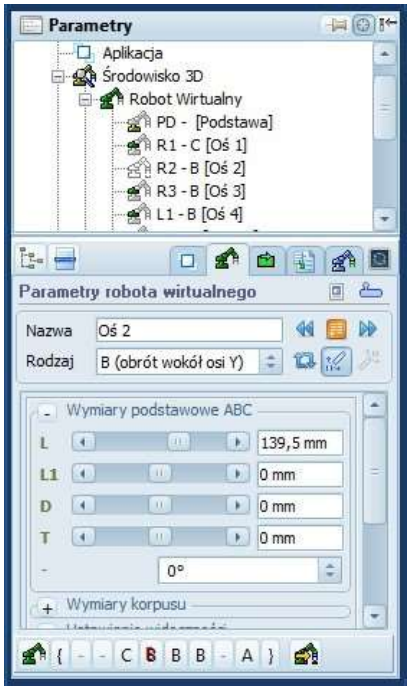
Interfejs ›› Panele boczne ››

Panel umożliwia na przeglądanie oraz zmianę podstawowych parametrów środowiska pracy tj. wymiary, położenie, kolorystyka oraz wywołanie dodatkowych procedur i metod zastosowanych w aplikacji.
Okno parametrów składa się z trzech części:

- drzewo projektu

- paska zadań

- kart parametrów

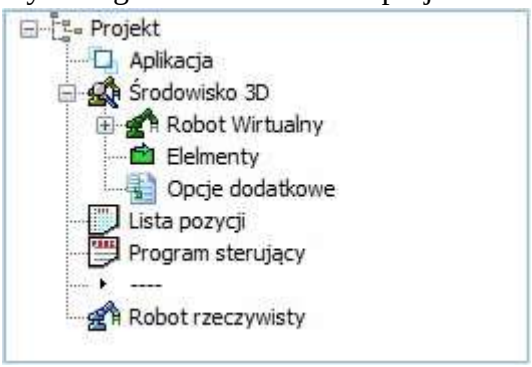


Informacja
Kliknięcie na wybranym obiekcie drzewa projektu umożliwia automatyczne wyświetlenie karty jego parametrów. Dostęp do parametrów ramion robota możliwy jest również poprzez przyciski literowego oznaczenia członów robota.

Drzewo projektu

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel parametrów ››

Panel drzewa projektu pozwala na szybkie zarządzanie projektem. Opcje zarządzania projektu umożliwiają na przejście w oknie parametrów do wybranego składnika projektu poprzez zaznaczenie wybranego obiekt w drzewie projektu.

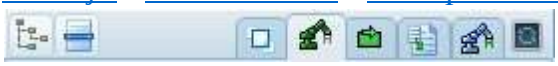


W skład projektu wchodzą:

- parametry ogólne aplikacji
- elementy środowiska wirtualnego 3D i robot o wybranej konstrukcji
- lista elementów dodatkowych przestrzeni
- opcje dodatkowej przestrzeni (tj. szkic przestrzeni roboczej)
- lista pozycji
- program sterujący
- parametry ramienia i połączenia rzeczywistego manipulatora

Pasek zadań parametrów

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel parametrów ››



dostępne ikony zmiany kart parametrów

Opis przycisków:

- ukryj/pokaż drzewo projektu

- przycisk wyświetlenia wszystkich opisów parametrów

- karta opcji aplikacji

- karta parametrów wirtualnego robota

- karta parametrów elementów przestrzeni

- karta parametrów opcji dodatkowych

- karta parametrów rzeczywistego robota

- przycisk odświeżenia parametrów

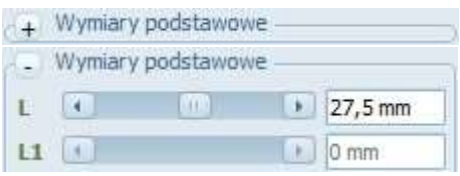
Karty edycji parametrów

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel parametrów ››

Edycja parametrów możliwa jest przy wykorzystaniu sekcji grupujących poszczególne parametry tj.:

- parametry aplikacji
- parametry wirtualnego robota
- parametry elementów
- parametry dodatkowych opcji
- parametry rzeczywistego robota

Na kartach parametry zostały pogrupowane w zwijanych panelach ułatwiających przeglądnie dużych zasobów dostępnych opcji. Sterowanie zwijanym panelem możliwe jest za pomocą przycisku ze znakiem "+"/"-".



Panele parametrów długości/odległości

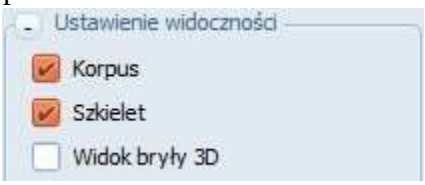
Edycja parametrów liczbowych możliwa jest przy wykorzystaniu pól edycyjnych lub przystosowanych suwaków. Aby wyświetlić pełną nazwę parametru należy kliknąć na literowe jego oznaczenie.

Parametry liczbowe i opisy parametrów

Parametry koloru wymagają wybrania barwy z palety kolorów oraz (dla wybranych kolorów) podania parametru przezroczystości (współczynnik Alfa).

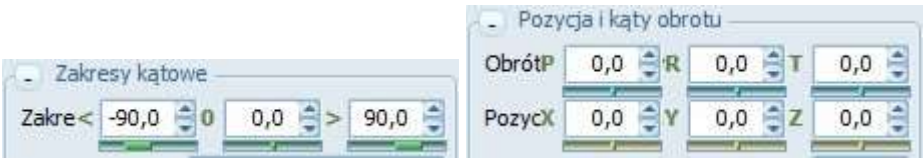
Parametry koloru i paleta kolorów

Parametry prawda/fałsz umożliwiają załączenie lub wyłączenie danych parametrów wykorzystując pole zaznaczenia.



Parametry wyboru

Parametry zakresowe umożliwiają zmianę zakresów wartości kilku parametrów zgrupowanych w postaci szeregu pól edycyjnych. Edycja możliwa jest poprzez wprowadzenie nowej wartości zmianę wartości wykorzystując kółko myszki lub suwak umieszczony pod polem edycyjnym o zadanej barwie.



Parametry zakresowe i współrzędnościowe

Parametry wejścia/wyjścia umożliwiają wprowadzenie numeru przypisania sygnału wejścia bądź wyjścia oraz opisu jak również odczytania stanu sygnałów w trybie animacji obiektów

Parametry wejścia/wyjścia

Opcje panelu parametrów

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel parametrów ››

Opis kart parametrów

- Opcje aplikacji

- Konstrukcja robota

- Parametry robota

- Parametry elementów

- Opcje dodatkowe

- Opcje połączenia

Opcje aplikacji

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel parametrów ›› Opcje panelu ››

Opcje czasomierzy

- Główny wątek: główny cykl programu (ustawiany automatycznie)
- Robot wirtualny: cykl animacji
- Stały czas/ optymalna wydajność
- Robot rzeczywisty: cykl połączenia i wymiany danych z rzeczywistym robotem
- Auto Zatrzymanie: czas w sekundach po którym nastąpi automatyczne wstrzymanie animacji
- Wartość grawitacji
- Dynamika obiektów

Ustawienia

- opcje odczytu/zapisu projektu
- opcje odczytu/zapisu ustawień aplikacji
- wczytywanie ostatnio otwartego projektu przy uruchomieniu aplikacji

HMI WiFi Server (ustawienia serwera dla panelu)

- Adres IP
- Port komunikacji
- Lista podłączonych paneli HMI
- Zezwolenie na kontrole

Stały czas / optymalna wydajność

Ustawienie to wpływa na proces animacji robota i obiektów w środowisku 3D. Przy dużej ilości elementów lub bardzo skomplikowanych obiektach wczytywanych z plików bryłowych (*.stl, *.obj) proces szybkości renderowania tych obiektów zależy znacząco od komputera (w szczególności szybkości procesora i rodzaju karty graficznej). Dlatego przy skompilowanych obiektach może występować znaczące spowolnienie animacji na słabszych komputerach dlatego należy wybrać jedną z opcji z którymi związane są odpowiednie zachowania animacji.

- Stały czas: opcja wymuszająca w animacji utrzymania stałego czasu procesu przemieszczania niezależnie od tego czy komputer jest w stanie szybciej lub wolniej przeprowadzić proces renderowania. Przy włączonej tej opcji w przypadku wolnych komputerów może występować tzw. efekt kroczkowania tzn. nie wszystkie pozycje ramienia robota będą renderowane jeśli w danych jednostkach czasu komputer nie zdążyć przeprowadzić tego procesu.

- Optymalna wydajność: opcja ta wymusza na aplikacji uzyskanie płynności ruchu czyli wymusza na komputerze renderowania wszystkich wyznaczonych pozycji nawet jeśli nie uda mu się wykonać ten proces w danej jednostce czasu, co w przypadku "słabszych" komputerów będzie się objawiać znaczącym spadkiem prędkości ruchu a w przypadku szybszych - prędkość może wzrosnąć, opcja ta nie wymusza stałego czasu procesu lecz czas ten zależy jedynie od szybkości komputera w szczególności procesora i karty graficznej.

Czasy animacji i komunikacji

Robot wirtualny: interwał cyklu animacji w milisekundach. Im mniejszy interwał tym dokładniejsze/ większa ilość punktów sterowania pozycją ramienia robota i obiektów ruchomych. Jest to czas przewidziany na wyznaczenie/ renderowanie pojedynczego kroku ruchu. Przy małych wartościach rzędu 5..10ms może występować spowolnienie animacji lub wystąpienie efektu kroczkowania (zależnie od ustawień opcji wydajności).

Robot rzeczywisty: interwał cyklu wymiany informacji (pojedynczych komend) pomiędzy aplikacją a kontrolerem robota w komunikacji COM.

Grawitacja i dynamika

Parametry te wpływają na obiekty dynamiczne w przestrzeni 3D. Parametr grawitacji wraz z geometrią obiektu (jego wielkością i ciężarem) wpływa na szybkość opadania jak i elastyczność oraz tarcie tych obiektów. W przypadku włączonej optymalizacji wydajności kiedy to aplikacja stara się kosztem czasu utrzymać płynność animacji wymagane może być zwiększenie dynamiki obiektów (czyli np. szybkość opadania obiektu) bez wpływania na parametr ich grawitacji za co odpowiada parametr dynamiki (im wyższy tym większa szybkość opadania obiektów).

HMI WiFi Server

Panel ustawień serwera HMI umożliwia ustawienie adresu IP oraz portu udostępnianego do wymiany informacji. Dostępne są najczęściej dwa adresy IP automatycznie odczytywane z zasobów komputera: adres karty sieciowej oraz 127.0.0.1 adres wewnętrzny tzw Loopback.

Uwaga
Jeśli w liście wyboru IP widnieje tylko adres wewnętrzny (127.0.0.1) należy upewnić się czy jest włączone w komputerze WiFi.

Przycisk star pozwala uruchomić serwer i aktywować oczekiwanie aplikacji na podłączenie paneli (tablet, smartphon) wyposażonych w odpowiednią aplikacje w systemie Android. Maksymalna ilość podłączonych paneli to 5. Każdemu z paneli można pozwolić lub odmówić możliwość kontroli aplikacją domyślne ustawienie reguły zezwól/odmów można włączyć opcją "Automatycznie zezwól na kontrolę" która domyślnie jest wyłączona.

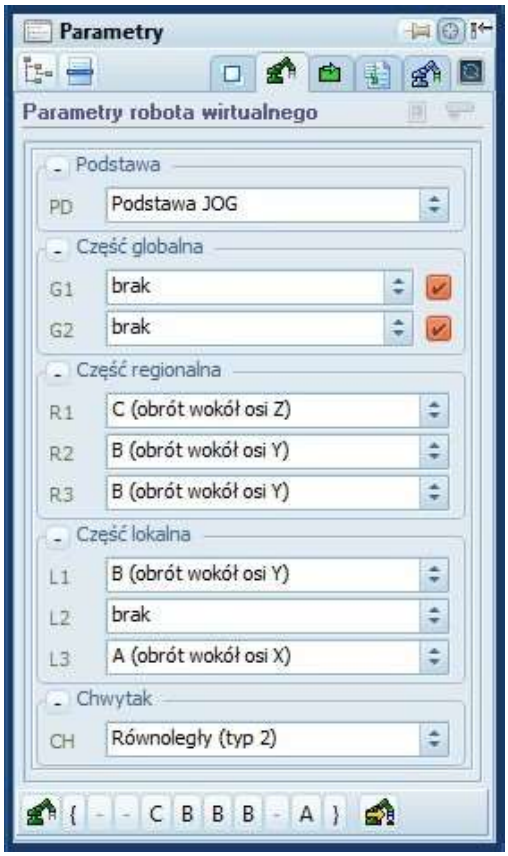
Kreator manipulatora

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel parametrów ›› Opcje panelu ››

Aby utworzyć i umieścić ramię robota w wirtualnej przestrzeni projektu należy dokonać wyboru jego konstrukcji (rodzaju i ilości członów) oraz rodzaju chwytaka.

Kreator manipulatora - umożliwia tworzenie wirtualnego robota na podstawie wybranego łańcucha kinematycznego

Tworząc nowe ramię robota należy wybrać rodzaje poszczególnych członów korzystając z rozwijanych list wyboru dla poszczególnych części ramienia tj. podstawa, część globalna, regionalna, lokalna oraz należy dokonać wyboru chwytaka.



Karta wyboru konstrukcji robota

Po dokonaniu wyboru rodzaju członów i zatwierdzeniu/dodaniu robota do przestrzeni, nast ąpi przypisanie litery (oznaczenia członu) do przycisków ułatwiających dostęp do parametrów poszczególnych ramion.

Człony globalne mogą stanowić podstawę ramienia robota lub być odzielną konstrukcją np. podajnika liniowego o czym decyduje znacznik przy wyborze rodzaju członu (oznaczenie wskazuje zamocowanie członu jako podstawy robota)

Oznaczenia znakowych przycisków

{ - parametry podstawy

oznaczenie literowe 8 członów (2 globalne i 6 podstawowych) - parametry poszczególnych członów

} - chwytak

- zatwierdzenie wybranej konstrukcji

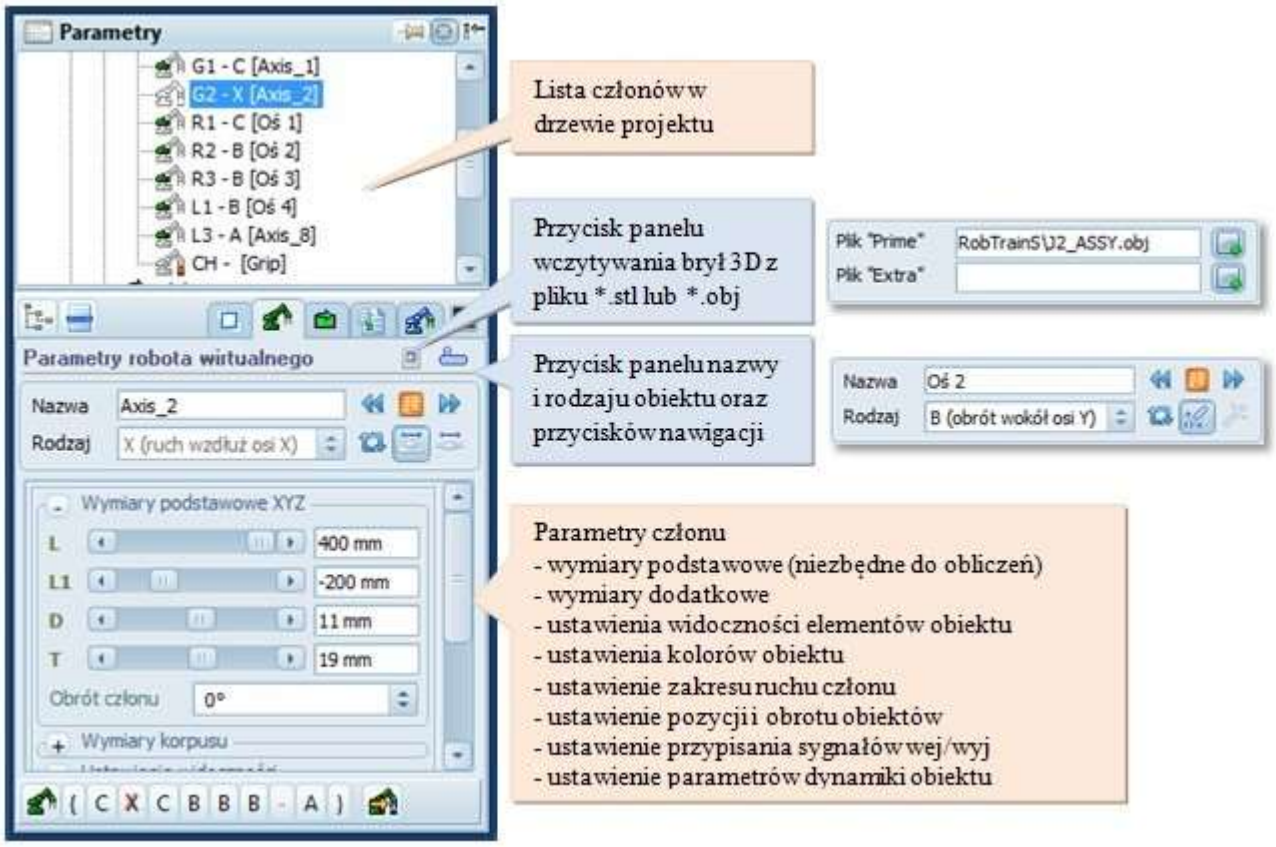
- powrót do karty wyboru konstrukcji

(utworzenie szkicu w przestrzeni wirtualnej)

Parametry robota

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel parametrów ›› Opcje panelu ››

Podstawowe parametry wybranych członów robota dostępne w panelu "Parametry"



Informacja

Opcja pliku umożliwia importowanie siatki kształtu detalu z pliku o rozszerzeniu *.3ds, *.stl lub *.obj. Po wybraniu miejsca położenia pliku (domyślnie w katalogu Data/Media/) należy włączyć opcję wyświetlania obiektów 3D.

Wybór członu

Dostęp do parametrów członu możliwy jest na kilka sposobów:

- Wybranie członu w drzewie projektu

- Poprzez naciśniecie przycisku z znakowym oznaczeniem członu (aktywny człon >> czerwona obwódka oznaczenia literowego).

- Wykorzystując przyciski "poprzedni"/"następny" w panelu nazwy członu

Uwaga: Znak "-" w przycisku członu, oznacza brak członu a jego wybranie spowoduje wyświetlenie pustej karty parametrów.

Edycja parametrów

Dokonywane zmiany poszczególnych parametrów są aktualizowane na bieżąco o ile została zatwierdzona uprzednio konstrukcja robota.

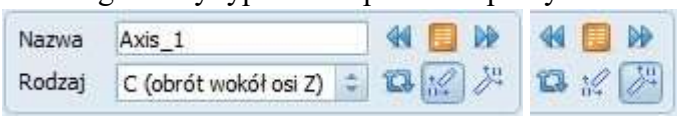
Uwaga: niektóre parametry są niedostępne dla wybranych członów (nie wpływają na żadne wymiary) i w przypadku korzystania z opcji wybranego języka parametry te będą nieaktywne

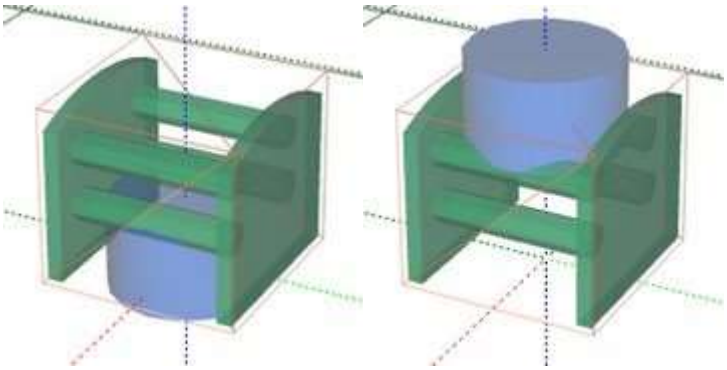
Zmiana rodzaju członu

Wybrane człony mają możliwość zmiany ich rodzaju jak np. człony globalne i chwytaki. Aby tego dokonać należy wybrać odpowiedni pod-typ członu w oknie "Nazwy"

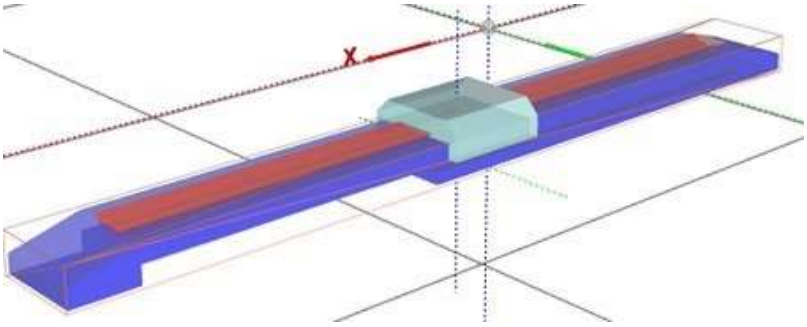
Przykłady:

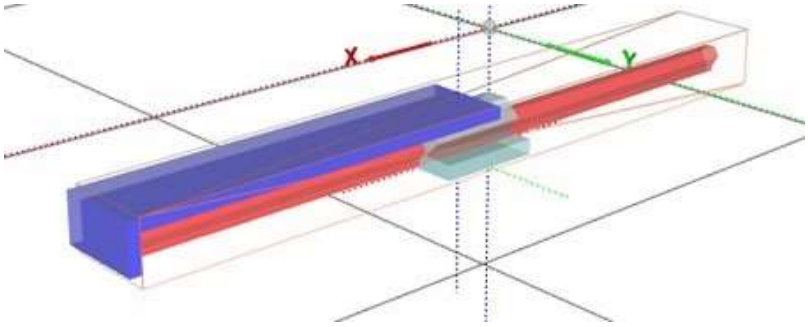
- człon globalny typu C: korpus zaczepiony na osi obrotu lub oś obrotu zaczepiona na korpusie



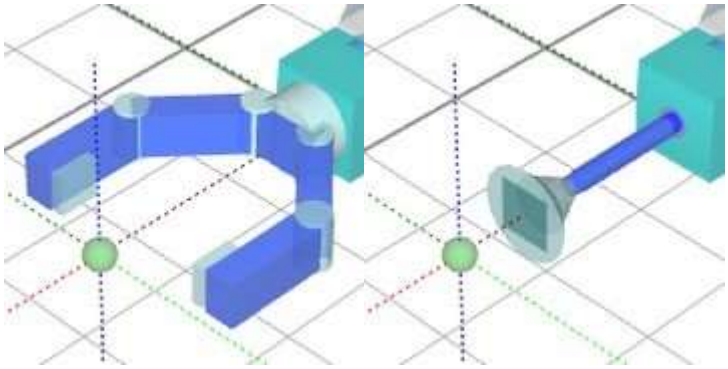


- człon globalny typu X: napęd liniowy z wózkiem lub w postaci osi zamocowanej w łożysku





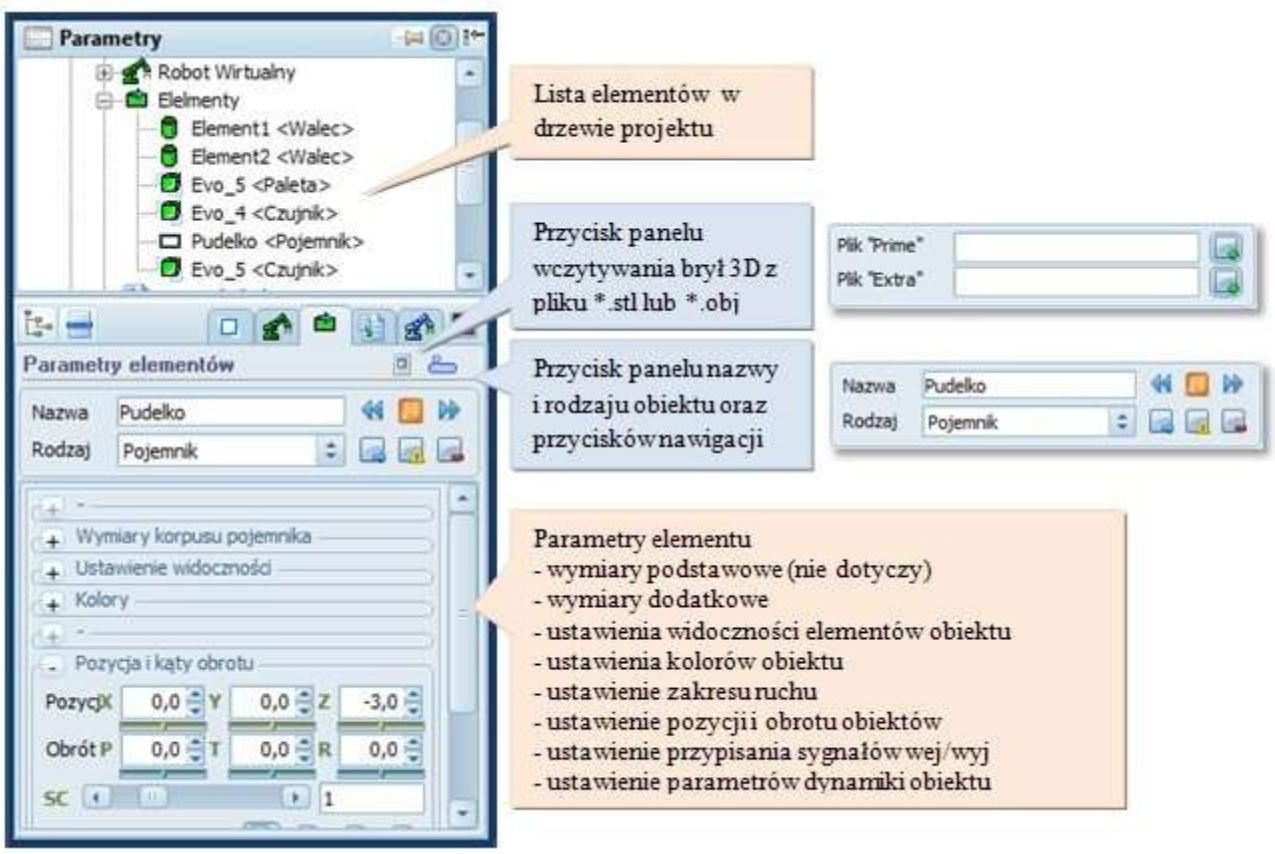
- chwytak: równoległy typu 1 lub podciśnieniowy



Parametry elementów

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel parametrów ›› Opcje panelu ››

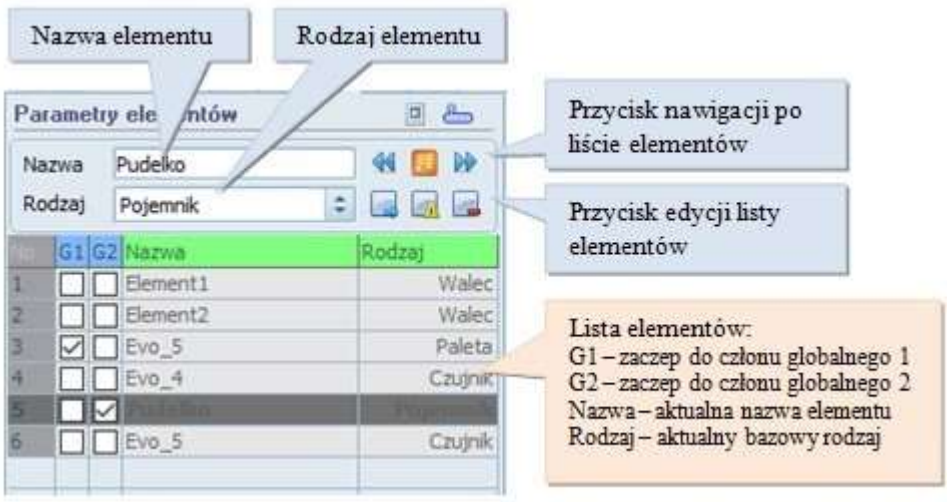
Podstawowe parametry wybranych członów robota dostępne w panelu "Parametry" w oknie edycji parametrów.



Informacja

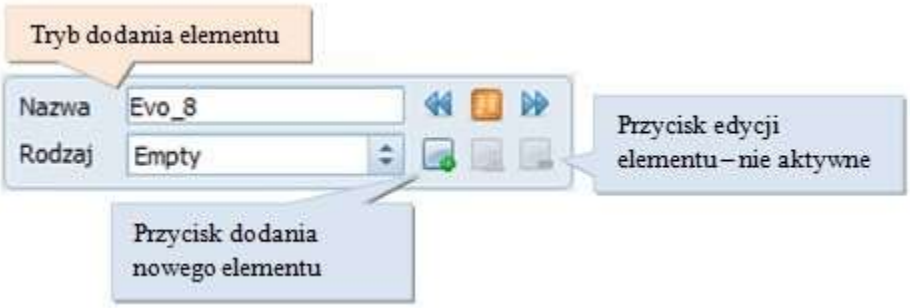
Opcja pliku umożliwia importowanie siatki kształtu detalu z pliku o rozszerzeniu *.3ds, *.stl lub *.obj. Po wybraniu miejsca położenia pliku (domyślnie w katalogu Data/Media/) należy włączyć opcję wyświetlania obiektów 3D.

Okno zarządzania elementami:



Tryby edycji elementu:

Tryby dodania nowego elementu tryb ten jest aktywny w momencie gdy nie jest zaznaczony żaden element na liście co umożliwia dodanie nowego elementu o zadanej nazwie i typie



Tryby edycji aktualnego elementu tryb ten jest aktywny w momencie gdy zaznaczono element w liście co umożliwia zmianę nazwy lub typu elementu. W trybie tym możliwe jest również dodanie nowego elementu będącego kopią zaznaczonego.

Dodanie nowego elementu:

Aby dodać nowy element do przestrzeni należy przejść do okna zarządzania elementami (wybranie opcji "Elementy" w drzewie projektu) a następnie dokonać wyboru rodzaju i nazwy nowego elementu. Następnie należy nacisnąć przycisk "Dodaj" który wywoła funkcję rysowania nowego elementu w przestrzeni z domyślnymi parametrami wymiarowymi i położenia.

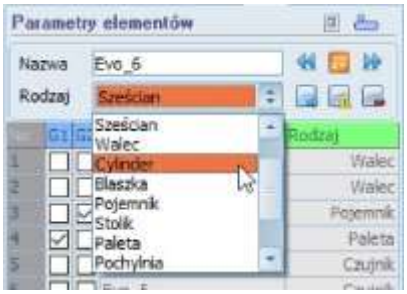
Dodanie kopi elementu:

Aby dodać nowy element do przestrzeni należy przejść do okna zarządzania elementami (wybranie opcji "Elementy" w drzewie projektu) a następnie wybrać element na liście który ma zostać skopiowany oraz zmienić nazwę elementu. Następnie należy nacisnąć przycisk "Dodaj" który wywoła funkcję rysowania nowego elementu w przestrzeni z domyślnymi parametrami wymiarowymi i położenia.

Usuwanie elementu:

Aby usunąć element należy przejść do okna zarządzania elementami (wybranie opcji "Elementy" w drzewie projektu) a następnie w liście dostępnych elementów zaznaczyć element przewidziany do usunięcia i nacisnąć przycisk "Usuń" co spowoduje wyrzucenie elementu z przestrzeni.

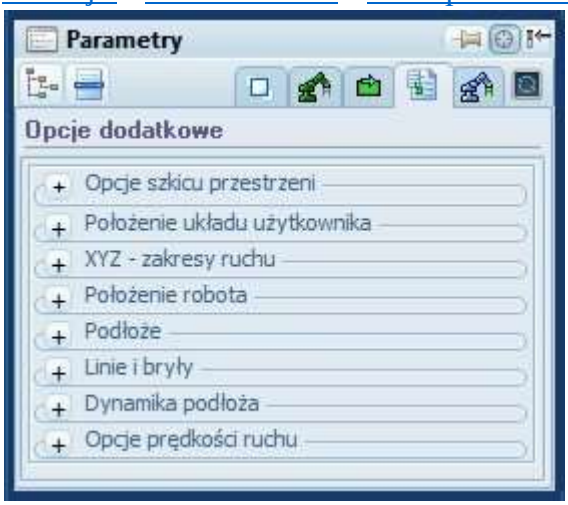
Zmiana rodzaju elementu:



Aby zmienić rodzaj elementu należy przejść do okna zarządzania elementami (wybranie opcji "Elementy" w drzewie projektu) a następnie w liście dostępnych elementów zaznaczyć element przewidziany do zmiany. Zaznaczenie elementu wywoła zmianę pól panelu wprowadzania nazwy i rodzaju wyświetlając dane wybranego elementu, każda zmian wprowadzona w wyświetlone pola wywoła uaktywnienie przycisku zmiany parametrów.

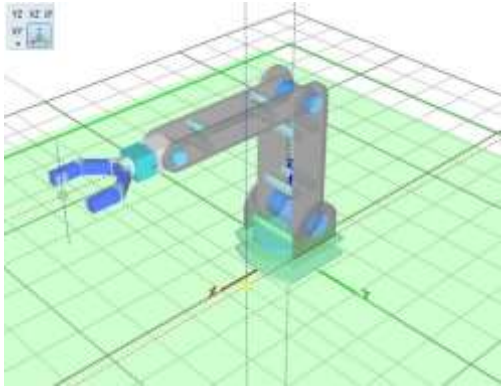
Opcje dodatkowe

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel parametrów ›› Opcje panelu ››

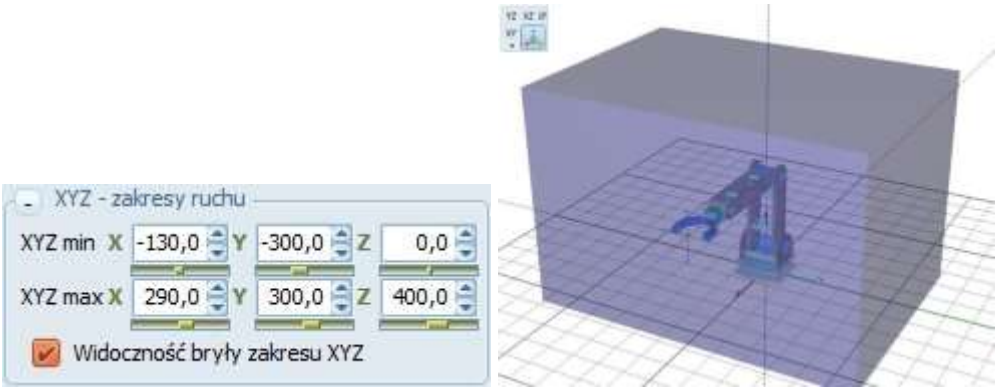


Dodatkowe parametry zostały pogrupowane w polach:

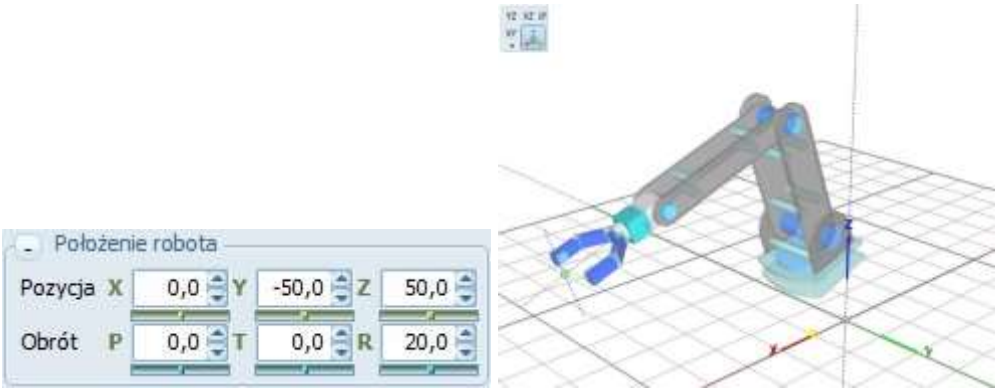
- Położenie układu użytkownika - pozwala na wyświetlenie oraz zmianę położenie układu użytkownika wykorzystywany w sterowaniu ramieniem jak i programowaniu procesu w G-Code



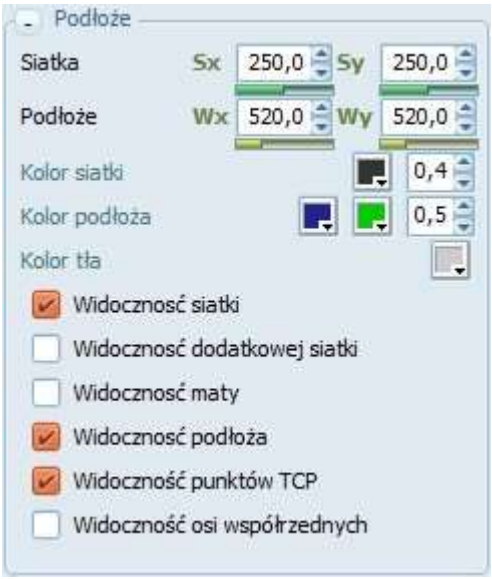
- Zakres ruchu - pozwala wyświetlić bryłę zakresu ruchu w układzie XYZ oraz zmienić parametry minimalne i maksymalne dla poszczególnych osi. Parametry te wykorzystywane są w trakcie kreślenia przestrzeni roboczej robota jak również ograniczają.

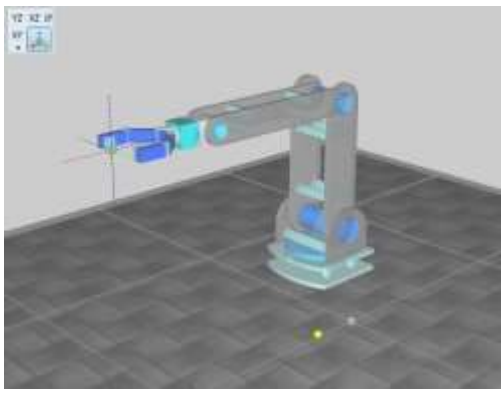


- Położenie robota - pozwala zmienić pozycje oraz obrócić bazy robota.

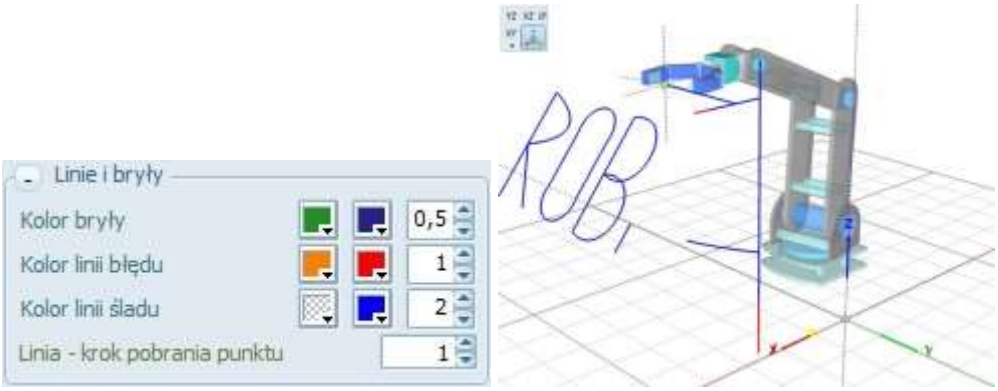


- Podłoże - parametry kolorystyki i wyświetlanych elementów podłoża tj. siatka, podłoże, osie współrzędnych czy widoczność punktu TCP.

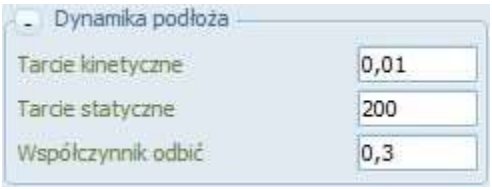




- Linie i bryły - ustawienie koloru kreślonych linii i brył w szkicu śladu, trajektorii i przestrzeni roboczej.



- Dynamika podłoża - ustawienie parametrów dynamiki podłoża tj. tarcie i elastyczność.



- Opcje prędkości ruchu - ustawienie parametrów wyznaczania prędkości ruchu poszczególnych członów w trakcie złożonego przemieszczania w ruchu od punktu do punktu po wyznaczonej trajektorii.

Opcje robota rzeczywistego

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel parametrów ›› Opcje panelu ››

Podstawowe parametry które należy ustawić to

- wybranie wersji robota i wczytanie domyślnych parametrów tj. przypisanie zakresów min i max oraz przypisanie serw do poszczególnych członów robota

- opóźnienia czasowe odczytu i wysyłania

- odwrócenie sygnałów wej/wyj binarnych

Wstępne ustawienie parametrów jest zrealizowane po wybraniu wersji kontrolera oraz odczytaniu danych z pliku konfiguracyjnego znajdującego się w katalogu "../Data/RobTrain.def". Plik ten zawiera domyślne ustawienia przewidziane dla poszczególnych wersji kontrolerów jak również ustawienia zapisane podczas pełnej konfiguracji podłączonego rzeczywistego robota.

Uwaga

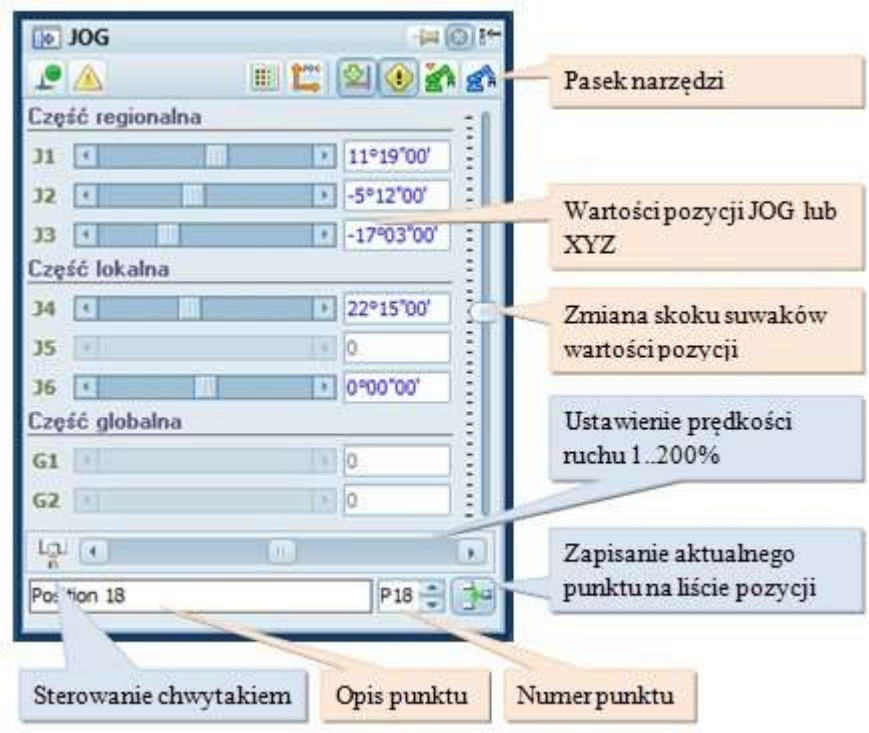
Pełna konfiguracja robota wymaga uprawnień administracyjnych w aplikacji ponieważ nieumiejętna edycja takich parametrów jak wartości minimalne i maksymalne zakresu ruchu czy też korekt ustawień punktu zerowej pozycji może doprowadzić do uszkodzenia robota lub spalenia serwonapędów.

Niezbędne parametry do prawidłowego sterowania robotem zostały przygotowane podczas konfiguracji kontrolera w oddzielnym narzędziu konfiguracyjnym, które wymaga wyższych uprawnień od użytkownika aplikacji. Wszystkie dane takie jak minimalne, maksymalne wartości pozycji członów czy ich korekty przypisane są do każdego robota osobno i wczytywane każdorazowo podczas nawiązywania z nim połączenia. W przypadku nowo tworzonego projektu w którym występują inne konfiguracje zakresowe lub inne przypisania serwo napędów użytkownik zostanie o tym poinformowanym oddzielnym komunikatem i poproszony o wykonanie testów oraz przepisania odczytanych z kontroler/pliku konfiguracyjnego danych do aktualnego projektu.

komunikat testów konfiguracyjnych projektu i robota rzeczywistego

Panel JOG

Interfejs ›› Panele boczne ››



Okno sterowanie ruchem JOG składa się z dwóch części:

- paska zadań
- kart sterowania

Informacja
Dostęp do parametrów możliwy jest gdy do przestrzeni wirtualnej 3D dodano wirtualne ramię robota

Copyright © 2016; by Mechatronik.pl All Rights Reserved.

Pasek zadań

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel JOG ››

dostępne ikony edycyjne

Opis ikon

- przejście do panelu odczytu/zapisu sygnałów wejścia/wyjścia
- ikona panelu IO przy aktywnym procesie forsowania

Przełącznik zmiany trybu sterowania ramieniem robota

- sterowanie JOG - położeniem każdego z członów osobno

- sterowanie XYZ - położeniem we współrzędnych XYZ z zadanym kątem podejścia TPR

Przełącznik zmiany ograniczeń kątowych (min..max z okna parametrów lub -180°..+180°)

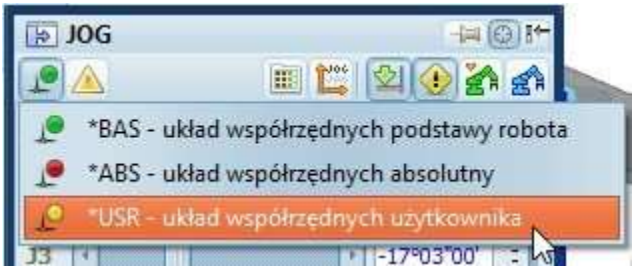
- włączone ograniczeni kątowe

- wyłączone ograniczenia kątowe (-180°..+180°)

- aktywacja blokady ruchu przy wykryciu kolizji

- nawiązanie połączenia z wirtualnym robotem

- nawiązanie połączenia z rzeczywistym robotem Zmiana układu współrzędnych

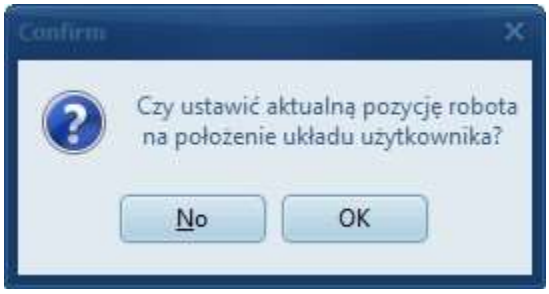


menu zmiany układu współrzędnych

- BAS - układ współrzędnych bazowy/podstawy robota

- ABS - układ współrzędnych absolutny (nie zmienny) - USR - układ współrzędnych użytkownika

- ustawienie aktualnej pozycji jako układ użytkownika



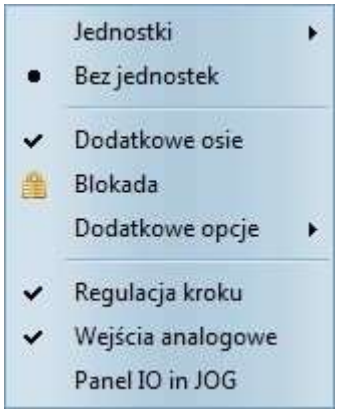
komunikat o zmianie pozycji układu użytkownika

Pasek zadań

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel JOG ››

Panel wyposażony został w menu podręczne (prawy klawisz myszki) które umożliwia:

Jednostki - ustawienie jednostek



Dodatkowe osie - wyświetlenie dostępu do osi globalnych

Blokada - automatyczne wyłączenie dostępu do pól edycyjnych które nie są obsługiwane przy danej konstrukcji robota

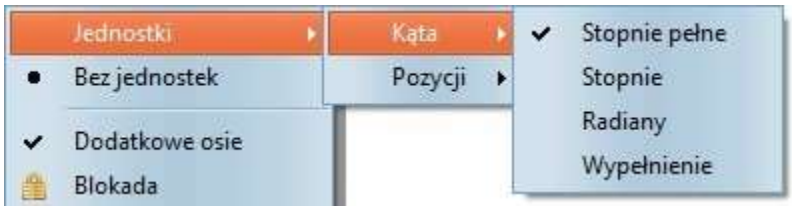
Dodatkowe opcje - ustawienie opcji prowadzonych obliczeń i testów

Regulacja kroku - wyświetlenie dodatkowego suwaka umożliwiającego zmianę kroku przyrostu wartości parametru przy naciskaniu strzałek narzędzia suwakowego.

Wejścia analogowe - pokaż/ ukryj panel wej. analogowych

Panel IO i JOG - połącz panel IO i JOG Jednostki

- zamiana jednostek wyświetlanych w polach edycyjnych



- Kąt: stopnie, radiany, wypełnienie
- Pozycja: cale, milimetry
- brak jednostek

Parametry ruchu

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel JOG ››

Przemieszczanie manipulatora (rzeczywistego lub wirtualnego) możliwe jest w dwóch układach współrzędnych (JOG i XYZ). Dla obu układów przewidziano dwie grupy zadawania trzech wartości współrzędnych.

W układzie JOG (sterowanie ruchem członów) możliwe jest sterowanie członami części regionalnej i lokalnej natomiast w przestrzeni XYZ oprócz współrzędnych kartezjańskich należy wprowadzić również kąt podejścia chwytaka.

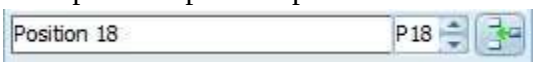
Punkt TCP (Centralny Punkt Narzędzia) może być określony w jednym z dwóch wymienionych układów.

Uwaga

Zmiana układu możliwa jest jedynie dla konstrukcji które posiadają wyznaczone zadania proste i odwrotne (jeśli brak zadania odwrotnego wówczas zostaje zablokowany dostęp do parametrów układu XYZ). Zadanie proste zostało wyznaczone dla wszystkich dostępnych konstrukcji co umożliwia na wyznaczenie współrzędnych punktu TCP w układzie XYZ.

Punkt TCP zapisywany na liście pozycji określony jest następującymi parametrami (parametry można wprowadzań wykorzystując panele wybranego układu)

Współrzędne JOG
Współrzędne XYZ
Numer punktu np. P1 i opis



Współczynniki niejednoznaczności położenia członu (nie wyświetlane w tabeli pozycji).

Otwarcie/zamknięcie chwytaka

- chwytak zamknięty

- chwytak otwarty

Sterowanie chwytakiem możliwe jest również poprzez panel IO i forsowanie wyjść uprzednio przypisanych w parametrach wybranego chwytaka

Dodatkowa opcja: ustawienie procentowej wartości prędkości ruchu w zakresie 1-200% maksymalnej prędkości przypisanej do danego członu

Sterowanie JOG

Część regionalna

J1 - kąt obrotu członu 1

J2 - kąt obrotu członu 2

J3 - kąt obrotu członu 3

Część lokalna

J4 - kąt obrotu członu 4

J5 - kąt obrotu członu 5

J6 - kąt obrotu członu 6

Część globalna

G1 - przemieszczenie członu G1

G2 - przemieszczenie członu G2

Sterowanie XYZ

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel JOG ›› Parametry ruchu ››

Współrzędne XYZ

X - współrzędna w osi X

Y - współrzędna w osi Y

Z - współrzędna w osi Z

Kąt podejścia

T - kąt Ψ obrotu wokół osi Z

R - kąt Θ obrotu w płaszczyźnie narzędzia

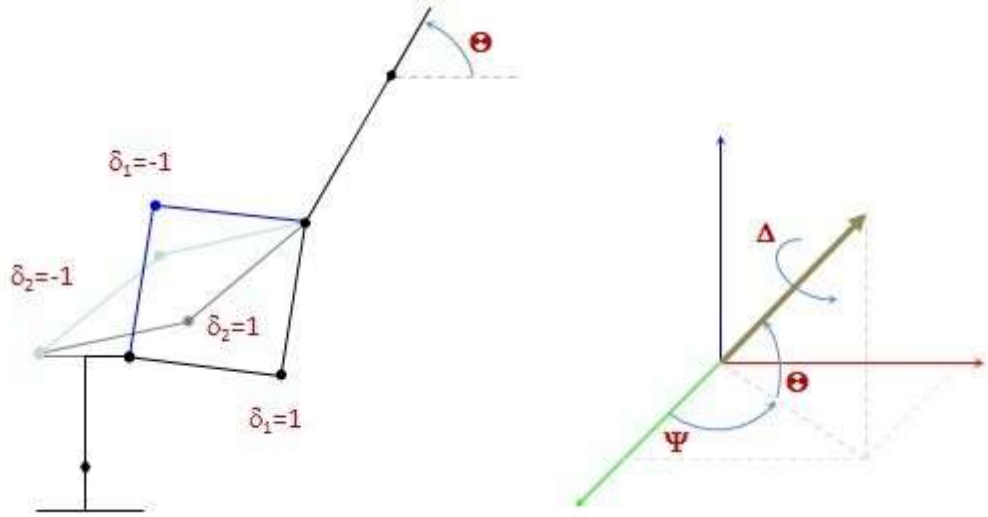
P - kąt Δ obrotu wokół osi narzędzia

Osie globalne

G1 - przemieszczenie członu G1

G2 - przemieszczenie członu G2

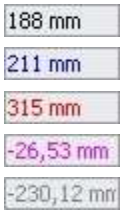
Współczynniki niejednoznaczności położenia członu pozwalające wybrać jedno z dostępnych rozwiązań zadania odwrotnego (nie wyświetlane w tabeli pozycji JOG)



szkic różnych rozwiązań zadania odwrotnego oraz prezentacja kąta podejścia

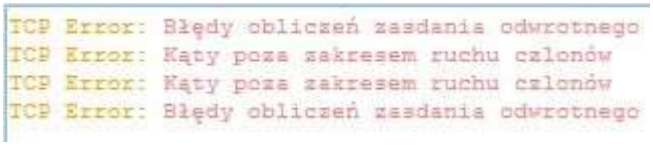
Uwaga

W trakcie przemieszczania manipulatora wyznaczane jest zadanie odwrotne i jeśli zostaną wykryte błędy (brak możliwości osiągnięcia zadanej pozycji) manipulator przestanie się przemieszczać a w polu edycyjnym zmieni się kolor czcionki na czerwony.



- punkt bez testów
- punkt możliwy do osiągnięcia przez robota (po testach)
- punkt nie możliwy do osiągnięcia (błąd obliczeń zadania odwrotnego)
- punkt nie możliwy do osiągnięcia (błąd obliczeń testu zadania odwrotnego)
- punkt możliwy do osiągnięcia przez robota lecz poza zakresem kątowym

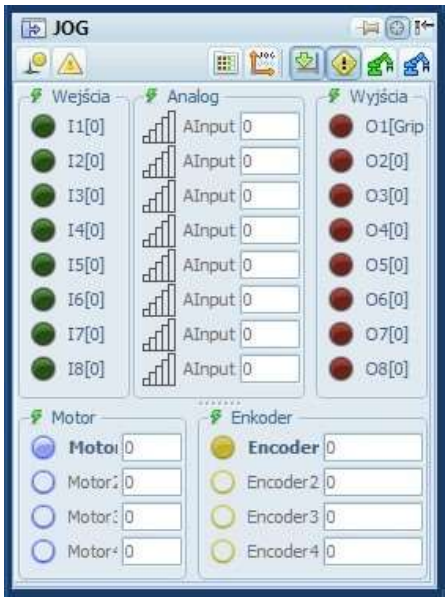
Przykłady komunikatów w oknie informacji:



Wyświetlanie komunikatów błędów po ustawieniu drugiego poziomu informacji.

Sterowanie IO

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel JOG ›› Parametry ruchu ››



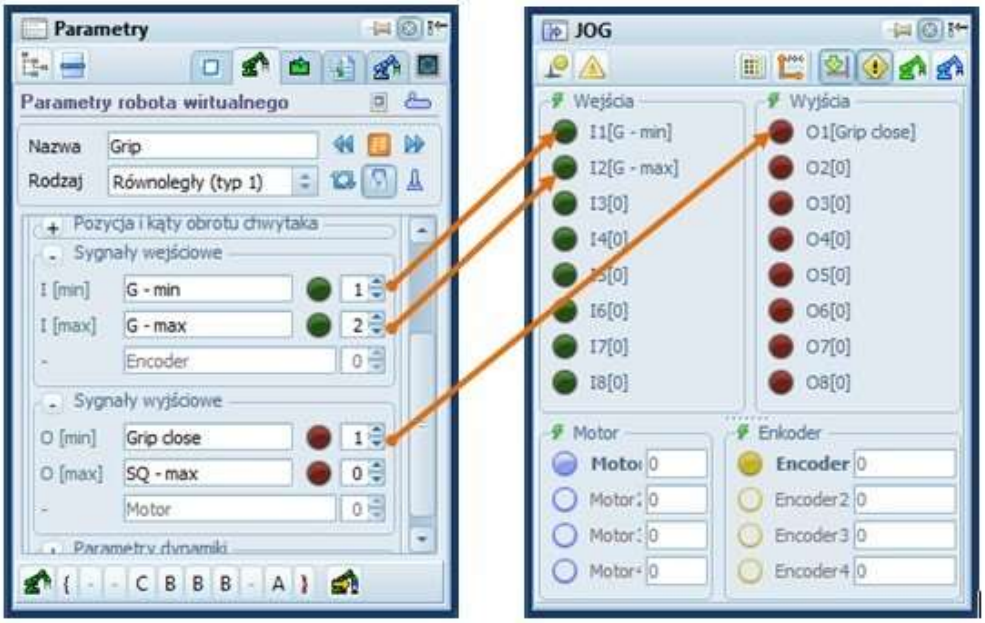
Sygnały IO

Karta odczytu lub wymuszenia danych wejściowych oraz zapisu i odczytu stanu danych wyjściowych umożliwia dostęp do ośmiu sygnałów portu wej/wyj kontrolera rzeczywistego robota dydaktycznego oraz ośmiu wejść analogowych.

Oprócz wyświetlania aktualnego stanu sygnałów IO możliwe jest również nadpisywanie (forsowanie) tych sygnałów. Aby przejść do opcji nadpisywania należy nacisnąć przycisk w kształcie "pioruna" co spowoduje podświetlenie na żółto opisów sygnałów wejścia/wyjścia i pozwoli na wymuszanie ich stanu poprzez naciśnięcie odpowiedniej diody prezentującej stan sygnału. W czasie nadpisywania stany czujników nie są odczytywane z obiektu a jedynie z panelu JOG.

Przypisanie sygnałów IO

Przypisanie sygnałów oraz nadanie im opisu możliwe jest w oknie parametrów wybranego obiektu np. przypisanie sterowania chwytaka oraz jego stanów otwarcia i zamknięcia. Wybrane obiekty umożliwiają przypisanie numeru silnika oraz enkodera np. taśmociąg.



Forsowanie/wymuszanie sygnałów IO

W przypadku obsługi portów wej/wyj należy upewnić się czy jest wyłączony stan forsowania/nadpisywania danej grupy sygnałów. Stan dostępu do sygnałów wej/wyj można rozpoznać na podstawie koloru przycisków.

- sygnały odczytywane bezpośrednio z portu wej/wyj
- sygnały forsowane/nadpisywane

Dodatkowo o włączonym wymuszeniu nadpisania/forsowania świadczy pogrubienie nazwy grupy sygnałów oraz żółte obramowanie opisu poszczególnych sygnałów.

Stan forsowania zmienia również ikonę zakładki IO >>

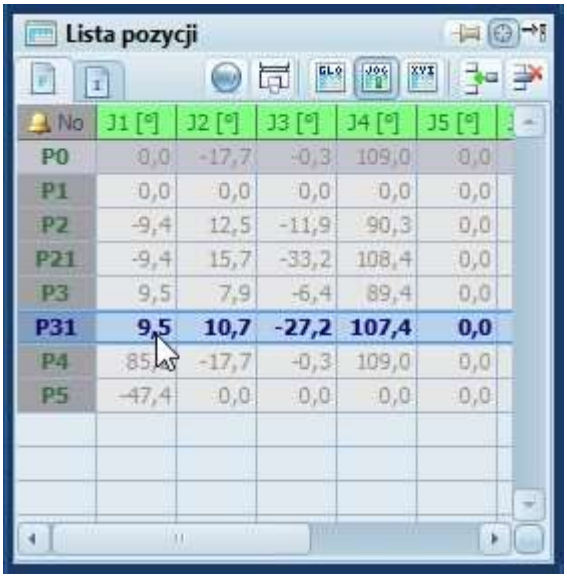
Wejścia analogowe

W przypadku wejść analogowych aby ich stany były odczytywane należy uaktywnić wybrane wejście poprzez naciśniecie przycisku stanu wejścia analogowego.

Nieaktywne i aktywne wejście analogowe

Panel lista pozycji

Interfejs ›› Panele boczne ››



Okno edycji listy pozycji

Okno edycji programu składa się z dwóch części:

- paska przycisków sterujących
- tabeli zawierającej dane zapisanej pozycji

Pasek zadań

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel listy pozycji ››

dostępne ikony edycyjne

Opis ikon

- aktywacja pobierania stanu zmiennych globalnych zapisanych w zadanej pozycji (aktywny przycisk umożliwia podczas wywołania ruchu do zadanej pozycji wymuszenie również napędów ruchu globalnego)
- aktywacja stanu chwytaka pobieranego z listy (jeśli opcja aktywna otwarcie/zamknięcie chwytaka odczytywane jest z parametru G jeśli nieaktywna chwytak podczas doprowadzania do zadanej pozycji zachowuje stan poprzedni)

- wyświetlenie/ukrycie parametrów pozycji globalnych

- wyświetlenie/ukrycie parametrów pozycji JOG

- wyświetlenie/ukrycie parametrów pozycji XYZ

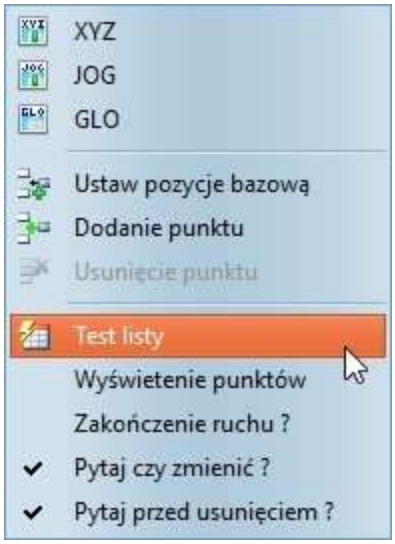
- dodanie aktualnej pozycji do listy

- usunięcie zaznaczonej pozycji z listy

Menu podręczne

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel listy pozycji ››

Dostępne meni podręczne (pod prawym klawiszem myszki) umożliwia włączenie/wyłączenie dodatkowych opcji:



Pokaż XYZ - widoczność/ukrycie parametrów XYZ oraz TPR
Pokaż JOG - widoczność/ukrycie parametrów J1..J6
Pokaż GLO - widoczność/ukrycie parametrów dodatkowych osi

Ustaw pozycję bazową - zapamiętanie aktualnej pozycji robota jako pozycja bazowa
Dodaj punkt - dodanie nowego punktu do listy
Usuń punkt - usunięcie zaznaczonego punktu z listy
Testuj listę - przeprowadzenie testów zakresów umieszczonych na liście punktów
Wyświetl punkty - wyświetlenie punktów z listy w przestrzeni 3D
Czekaj na zakończenie ruchu - włączenie opcji uniemożliwia wymuszenia przemieszczenia do nowej pozycji, gdy robot jest w trakcie ruchu

Pytaj czy podmienić? - włączenie opcji wyświetlania zapytania przy każdorazowej próbie zmiany punktu

Pytaj przed usunięciem? - włączenie opcji wyświetlania zapytania przy każdorazowej próbie usunięcia punktu

Informacja

Pozycję bazową jest to pozycja którą przyjmuje robot po wczytaniu projektu, jak również można ją wywołać po dwukrotnym kliknięciu na wiersz pozycji P0.

Informacja

"Wyświetlenie punktów" Opcja ta aktywuje dodatkową kolumnę w liście pozycji ze znacznikami umożliwiającymi oznaczenie punktów, które mają zostać wyświetlone w środowisku graficznym przestrzeni. Oznaczenie/odznaczenie wszystkich punktów możliwe jest w przypadku oznaczania pozycji P0.

Lista pozycji

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel listy pozycji ››

Tabela stanowi listę pozycji projektowanej trajektorii ruchu i manipulacji robota i zawiera wszystkie parametry zadanej pozycji tj.:

- numer pozycji (np. P8)
- współrzędne XYZ
- parametry kąta podejścia TPR
- położenia kątowe poszczególnych członów robota J1..J6
- parametr określający otwarcie/zamknięcie chwytaka G
- opis

No	V [mm]	W [mm]	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	T [°]	P [°]	R [°]
P0	0,0	0,0	187,5	-203...	197,5	0,0	-47,4	0,0
P1	0,0	0,0	277,0	0,0	197,5	0,0	0,0	0,0
P2	0,0	0,0	190,9	-31,5	80,4	90,9	-9,4	-10,0
P20	0,0	0,0	190,9	-31,5	130,0	90,9	-9,4	-10,0
P3	0,0	0,0	179,9	30,1	80,0	90,9	9,5	10,0
P31	0,0	0,0	-174,7	52,2	130,0	90,9	163,4	10,0
P4	0,0	0,0	9,5	112,1	130,0	90,9	85,2	0,0
P4	0,0	0,0	187,5	-203,9	197,5	0,0	-47,4	0,0

G1 [°]	G2 [°]	J1 [°]	J2 [°]	J3 [°]	J4 [°]	J5 [°]	J6 [°]	G	Opis	
0,0	0,0	-47,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	☑	Actual POS	☐
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	☑	Zerowa	☐
0,0	0,0	-9,4	12,5	-11,9	90,3	0,0	-10,0	☑	pobranie sze...	☐
0,0	0,0	-9,4	15,7	-33,2	108,4	0,0	-10,0	☑	podniesienie ...	☐
0,0	0,0	9,5	7,9	-6,4	89,4	0,0	10,0	☑	pobranie kulki	☐
0,0	0,0	163,4	10,7	-27,2	107,4	0,0	10,0	☑	podniesienie ...	☐
0,0	0,0	85,2	-17,7	-0,3	109,0	0,0	0,0	☑	pozycja upus...	☐
0,0	0,0	-47,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	☑		☐

Uwaga

Tabela/lista pozycji musi posiadać pozycję P0 która odzwierciedla aktualną pozycję ramienia robota i której nie można nadpisać.

Podstawowe operacje z listą pozycji to:

- Edycja listy pozycji
- Test listy pozycji
- Ustawienie ramienia robota w wybranej pozycji

Edycja listy

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel listy pozycji ›› Lista pozycji ››

Edytor listy pozycji umożliwia przemieszczanie położenia kolumn z parametrami, dodawanie, nadpisywanie i usuwanie linii/wierszy z zadaną pozycją oraz zmianę parametrów wybranej pozycji.

Edycja wybranej pozycji odbywa się poprzez jej wysłanie do panelu JOG. Każdorazowe dwukrotne kliknięcie na wiersz z wybrana pozycją przesyła jej parametry do panelu (JOG) w którym wykorzystując suwaki lub okna edycyjne można dokonać korekty aktualnej pozycji.

Uwaga

Przy włączonej opcji połączenia z wirtualnym bądź rzeczywistym robotem dwukrotne klikniecie uruchamia ruch ramienia do zadanej pozycji.

Informacja

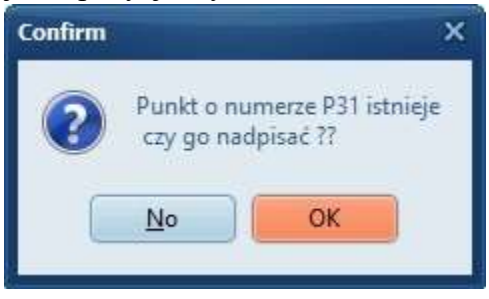
Nie jest możliwe bezpośrednie edytowanie poszczególnych parametrów pozycji w tabeli ze względu na powiązania parametrów między sobą np. zmiana ustawień pozycji wybranego członu wpływa na pozycję XYZ lub kąt podejścia. Bezpośrednią edycję w tabeli pozycji można przeprowadzić jedynie zmieniając numer pozycji lub jej opis. Należy wówczas kliknąć powtórnie na pole które będzie edytowane co uaktywni możliwość jego edycji.

Podstawowymi narzędziami edycyjnymi są:

- dodanie aktualnej pozycji do listy
- usunięcie zaznaczonej pozycji z listy (skrót klawiaturowy "Delete")

Odczyt pozycji z okna JOG następuje w momencie wywołania polecenia dodania aktualnej pozycji do listy.

Przy włączonej opcji "Pytaj czy zmienić?" wywołanie dodania pozycji gdy na liście zaznaczona jest jakaś pozycja wywoła okno komunikatu z zapytaniem czy zamienić zaznaczoną pozycję np.:



Testy listy

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel listy pozycji ›› Lista pozycji ››

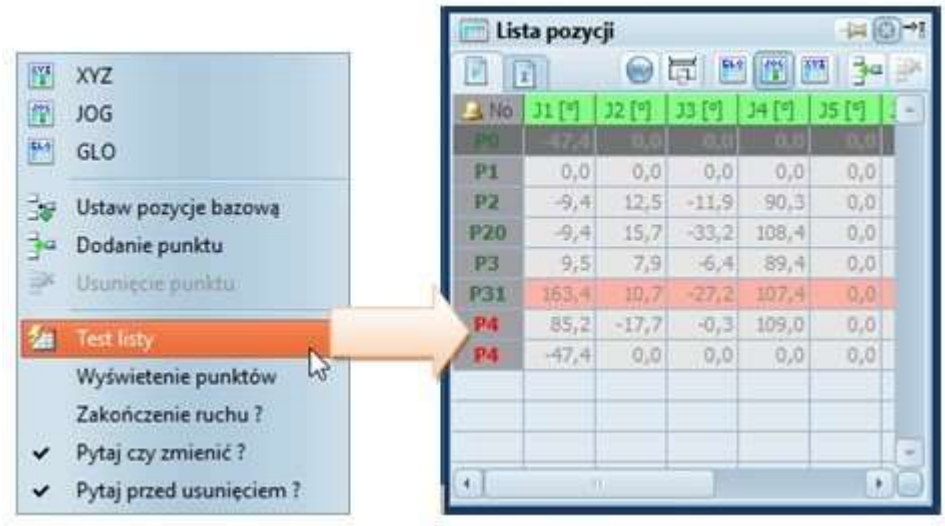
Utworzoną lub nowo wczytaną listę należy uprzednio przetestować. Test prowadzone są na dwóch poziomach:

- test numeracji: sprawdzenie czy niema powielonych numerów pozycji, numery pozycji oznaczone na czerwono wskazują ich powielenie

- test obliczeń i zakresów: sprawdzenie czy pozycja ma rozwiązanie odwrotne oraz czy wszystkie pozycje członów mieszczą się w ich zakresach min/max, linie oznaczone na czerwono wskazują błędy testu

Informacja

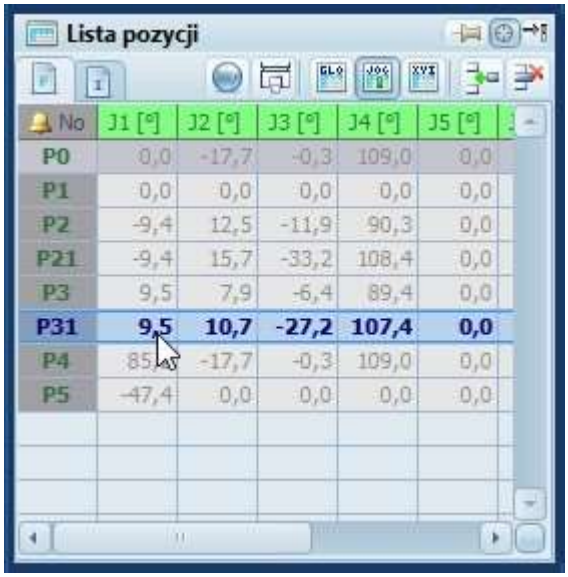
Podstawowe parametry pozycji niezbędne do wszelkich obliczeń to pozycje poszczególnych członów, dlatego wykonując test aktualizowane są pozostałe parametry tj. pozycja XYZ i kąt podejścia o ile nie wystąpi błąd podczas obliczeń. Należy zatem wykonać test zebranych punktów listy po zmianie parametrów wymiarowych członów aby zaktualizować współrzędne XYZ i sprawdzić czy uprzednio pobrane punkty znajdują się nadal w przestrzeni roboczej zmodyfikowanego ramienia robota.



Przykład listy po przeprowadzonych testach

Ustawienie pozycji

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel listy pozycji ›› Lista pozycji ››



Podwójne klikniecie na listę pozycji przesyła jej parametry do okna sterowania ruchem (JOG).

Jeśli w trakcie wykonywania tej operacji została załączona jedna z opcji połączenia z wirtualnym lub rzeczywistym robotem ramię tego robota zostanie ustawione w zadanej pozycji.

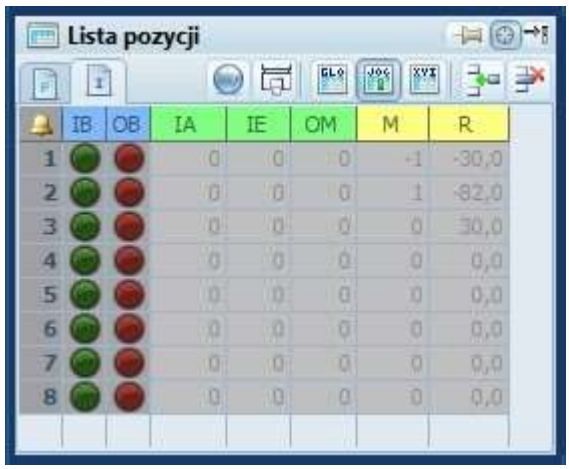
Informacja
Przemieszczanie po wierszach listy umożliwiają również klawisze strzałek ("UP", "DOWN") oraz przycisk "ENTER" wywołujący przesłanie punktu do aktywnego robota oraz panelu JOG.

Uwaga
Przy włączonej opcji animacji i wykrywania kolizji ramie robota może nie przemieścić się do wybranej pozycji jeśli znajduje się ona w przestrzeni kolizyjnej.

Status IO

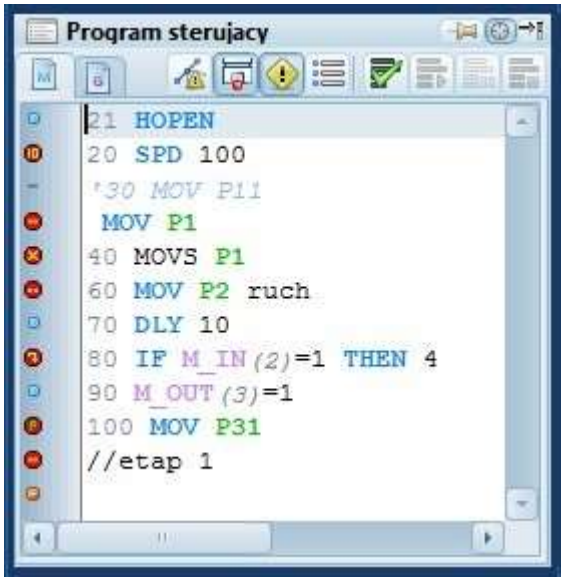
Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel listy pozycji ››

Tabela zawiera aktualny stan sygnałów wejścia wyjścia oraz stan markerów i rejestrów używanych w programie sterującym.



Panel programu sterującego

Interfejs ›› Panele boczne ››



Okno edycji programu składa się z trzech części:

- paska przycisków sterujących
- paska bocznego z numeracją linii oraz znacznikami kompilacji
- głównego pola edycyjnego z kolorowana automatycznie składnią komend sterujących

Pasek zadań

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel programu sterującego ››

dostępne ikony edycyjne

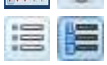
dostępne ikony po kompilacji (bez poważnych błędów składni) oraz w trakcie symulacji

Opis ikon

- włączenie/wyłączenie auto szkicu śladu ruchu

- oczekiwanie na zakończenie procesu sterowania chwytakiem

- wymuszenie zatrzymania programu po wykryciu kolizji

 - włącz/wyłącz numerowanie linii

- kompilacja programu sterującego (sprawdzenie poprawności składni) [F9]

- przetwarzanie programu (ciągłe) [F10]

- wstrzymanie (pauza) przetwarzania programu

- zakończenie przetwarzania programu [F11]

Uwaga
Wykryte błędy uniemożliwiają uruchomienia przetwarzania programu (brak aktywności kolejnych przycisków). Każda nawet najmniejsza zmiana w oknie edycji wymusza przeprowadzenia ponownej kompilacji przed uruchomieniem symulacji.

Menu podręczne

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel programu sterującego ››

Dostępne meni podręczne (pod prawym klawiszem myszki) umożliwia edycje programu oraz włączenie/wyłączenie dodatkowych opcji:

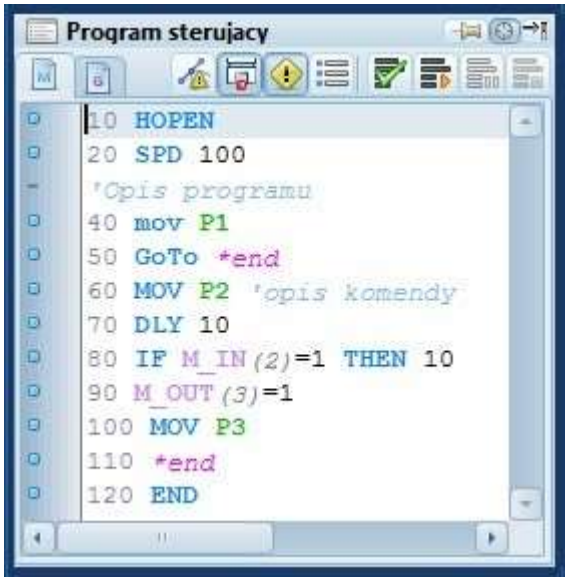
- cofnij operacje
- ponów operacje
- wytnij zaznaczony tekst
- kopiuj zaznaczony tekst
- wklej dane ze schowka
- usuń zaznaczony tekst
- zaznacz cały tekst
- oczyść tekst ze zbędnych spacji
- usuń wszystkie komentarze
- pokaż znaki specjalne np. ENTER
- wyświetl kartę szkicowania wykresu
- wyświetl tablice komend utworzoną po kompilacji programu

Edytor programu

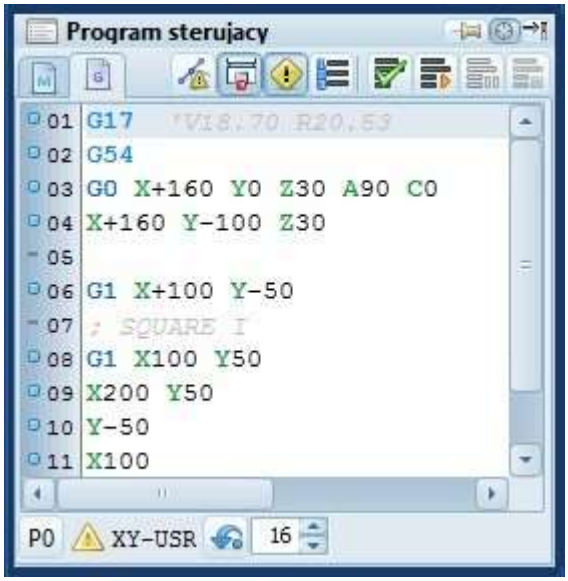
Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel programu sterującego ››
Edytory kodu

Do edycji programu dostępne są dwa panele przewidziane dla dwóch grup języków programowania:

-Języków programowania robotów np. MelfaBesic
-Języka programowania obrabiarek CNC np. G-Code



Edytor MelfaBesic



Edytor G-Code

Uwaga

Należy wybrać odpowiednią zakładkę dla wybranego języka programowania ponieważ kolorowanie składni komend jest uzależnione od wybranego edytora np. pisząc w G-Cod na zakładce dla języka MelfaBesic żadna z komend nie będzie rozpoznana i pokolorowana.

Dostępne języki programowania

- Język Movmaser Command - stary język programowani robotów Mitsubishi
- Język MelfaBesic IV - nowy język programowani robotów Mitsubishi
- Język G-Code - język oparty na programowaniu obrabiarek CNC

Edycja programu

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel programu sterującego ››

Kolorowanie składni programu

Dla ułatwienia tworzenia/edycji kodu programu edytory zostały wyposażone w mechanizm kolorowania składni kodu. Pisząc zatem program sterujący w edytorze każdorazowo po zakończeniu nazwy komendy o ile zostanie ona rozpoznana jako prawidłowa nastąpi zmiana jej koloru. Oprócz komend kolorowane są różne inne parametry np. numery pozycji z listy, odwołania do portu IO, znaczniki skoku itp.

Oprócz wprowadzania komend edytor umożliwia tworzenie opisów które w trakcie przetwarzania programu nie są brane pod uwagę

Okno edycji programu sterującego

Informacja

Dla mechanizmu kolorowania składni nie jest istotna wielkość liter np. funkcja ruchu MOV może być zapisana jako: mov, Mov, mOv co zostanie odczytane jako prawidłowe wprowadzenie komendy MOV.

Ręczna i automatyczna numeracja linii

Numeracja poszczególnych linii kodu programu jest istotna dla łatwiejszej detekcji błędów (kompilator odwołuje się do numeru linii w której wykryto błąd) jak również bardziej istotnego wykonywania instrukcji skoku gdzie zamiast znacznika podawany jest numer linii. W tym drugim przypadku istotne jest nie powtarzanie numerów linii tak aby była jednoznacznie określona pozycja docelowa skoku.

Auto numeracja: Pisząc kod programu z automatyczną numeracją użytkownik niema wpływu na kolejność przypisanych linii bo jest to uzależnione od faktycznego stanu zapisanego kodu. Dlatego po modyfikacji kodu (wstawieniu jakiejś linii) należy pamiętać o zmianie parametrów funkcji skoku użytych w programie.

Ręczna numeracja: Można tego uniknąć korzystając z ręcznej numeracji jednak należy przewidzieć zapas numerów linii przy wprowadzaniu kodu np. numerować co 10. Pozwala to potem szybko dokonywać zmian w kodzie dodając linię z numerem pomiędzy kolejnymi dziesiątkami bez konieczności analizy całego kodu i wprowadzaniu zmian w funkcjach skoku.

```
*label
```

Inną metoda jest stosowanie znaczników skoku zamiast numerów linii docelowych. W tym przypadku należy wprowadzić unikalny znacznik zaczynając od znaku "*" z dowolną nazwą bez użycia znaku spacji.

Informacja

Przełączając z automatycznej numeracji na ręczną aplikacja przypisze numery liniom co 10. W przypadku edytora G-Code oprócz numerów linii przed numeracją pojawi się znak "N" np. "N012".

Dodatkowe funkcje edycji

Po napisaniu programu można posłużyć się narzędziami korekcyjnymi dostępnymi w menu myszki tj:

- Wyczyść spacje - czyszczenie kodu ze zbędnych spacji, jak również zmiana małych liter na duże w nazwach komend
- Wyczyść komentarze - oczyszczenie kodu ze wszystkich wprowadzanych komentarzy
- Znaki specjalne - wyświetlenie znaków nie drukowanych np. spacje, przejście do następnej linii itp.

Wczytywanie programu z pliku

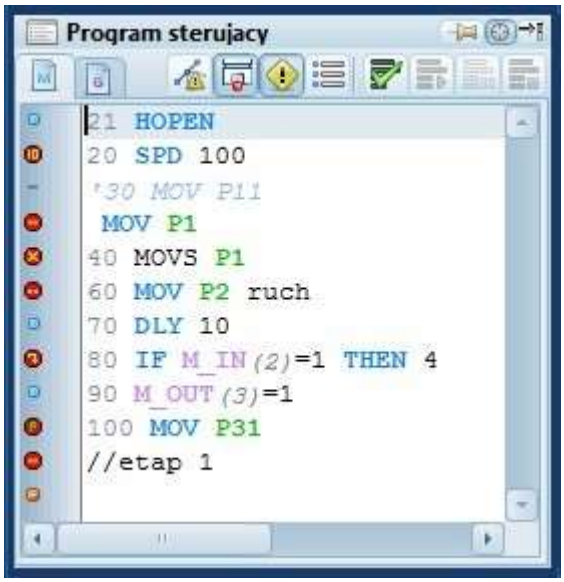
Pliki kodu programu przypisane są do aktualnie otwartego projektu dlatego aby wczytać program z innego projektu należy:

- Drag&Drop - użyć funkcji chwyć i upuść aby wczytać dowolny plik zawierający kod programu
- Otwórz - zaznaczyć w oknie kreatora wczytywania projektu wczytywanie tylko programów

Copyright © 2016; by Mechatronik.pl All Rights Reserved.

Test programu

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel programu sterującego ››



Okno edycji programu steruj ącego

Przykład testu kodu programu:

- linia bez błędu: otwarcie chwytaka
- błąd numeracji (poprzedni numer linii większy)
- linia nieaktywna (opis)
- błąd numeracji (brak numeru linii)
- błąd składni (nierozpoznane polecenie)
- błąd punktu (brak punktu P21 na liście)
- linia bez błędu: opóźnienie
- błąd skoku (brak linii do którego wymuszono skok)
- linia bez błędu: przypisanie stanu wyjścia
- błąd punktu (brak punktu P21 na liście)
- błąd składni (nierozpoznane znacznika opisu)
- brak błędu z ostrzeżeniem o braku komendy END

Oznaczenia linii programu

- linia komentarzu lub linia pusta
- linia bez błędu kompilacji
- linia z błędem
- ostrzeżenie o braku linii końca programu

Informacja

Brak komendy END - zakończenia programu, nie wpływa na możliwość przetwarzania programu jest to tylko informacja dla użytkownika o nie zachowaniu pełnej poprawności pisania kodu programu

Przykładowe oznaczenia wykrytych błędów

- - błąd nazwy komendy
- - błąd składni
- - błąd skoku
- - błąd punktu (brak punktu w liście)
- - błąd nierozpoznanego tekstu za komendą
- - zła numeracja linii

Kompilacja - testowanie składni programu

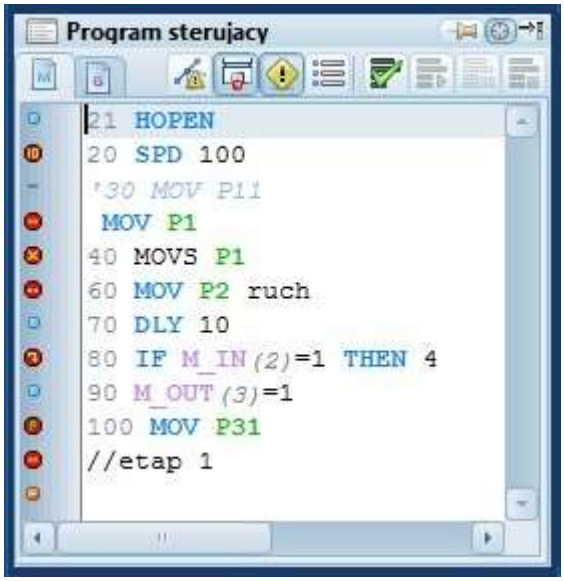
Wydanie polecenia sprawdzenia składni programu pozwala na weryfikację poprawności napisanego kodu pod względem błędów zapisu jaki i numeracji, skoków czy odwołania do punktów w liście pozycji. Oprócz oznaczeń poszczególnych linii wyświetlana jest dodatkowy opis w oknie informacji. Szczegółowość informacji zależy od poziomu tych że informacji (ustawieniu przycisku poziomu informacji).
Przykłady informacji dla poziomu pierwszego i trzeciego:
Poziom 1: ››

```
Sprawdzenie składni programu ... RobMB4
Ostrzeżenie: brak komendy końca programu [ED/END]
Aktywne linie kodu:6
Sprawdzanie zakończone - błędów:7
```

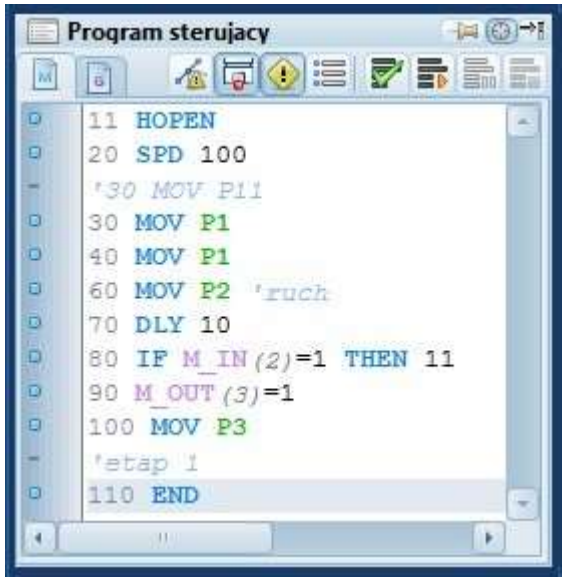
Poziom 3: ››

```
Sprawdzenie składni programu ... RobMB4
Testy składni poleceń ..
>> test linii:1   (linia bez błędu) HOPEN
>> test linii:2   (linia bez błędu) SPD
>> test linii:3   (linia komentarza)
>> błąd linii:4   (błąd numeracji linii)
>> błąd linii:5   (błąd składni) MOVS
>> błąd linii:6   (nierozpoznany tekst za komendą) MOV
>> test linii:7   (linia bez błędu) DLY
>> test linii:8   (linia bez błędu) IF
>> test linii:9   (linia bez błędu) M
>> test linii:10  (linia bez błędu) MOV
>> błąd linii:11  (błąd numeracji linii)
>> test linii:12  (linia komentarza)
Błędy składni polceń:4
Testy numeracji linii ..
>> błąd linii:2   (zła numeracja linii) 20
Błędy numeracji linii:1
Testy funkcji skoku ..
>> błąd linii:4   (brak linii docelowej skoku) 4
Błędy skoku do linii:1
Testy punktów ruchu ..
>> błąd linii:6   (brak w liście punktu traiektori)
Błędy punktów pozycji:1
Ostrzeżenie: brak komendy końca programu [ED/END]
Aktywne linie kodu:6
Sprawdzanie zakończone - błędów:7
```

Kompilacja - testowanie składni poprawionego programu



››

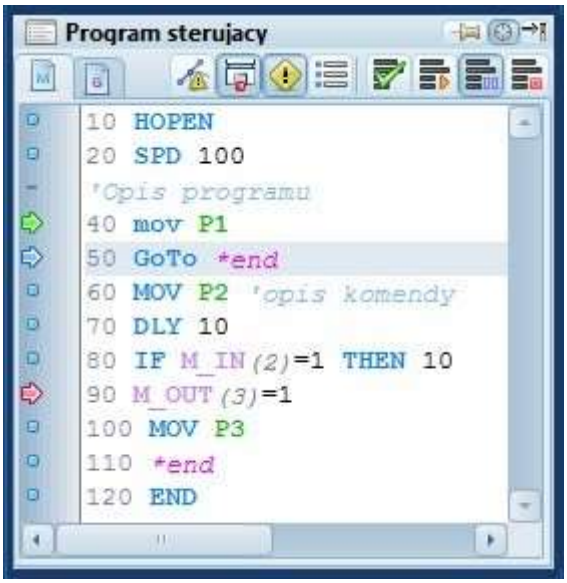


Poziom 1: ››

```
Sprawdzenie składni programu ... RobMB4
Aktywne linie kodu:10
Sprawdzanie zakończone - błędów:0
```

Kontrola przetwarzania programu

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel programu sterującego ››



Okno edycji programu

Proces przetwarzania napisanego programu

Po uruchomieniu programu jeśli dla panelu włączona jest funkcja odświeżania, będzie oznaczana strzałką niebieską aktualnie przetwarzana linia kodu, dzięki temu użytkownik może zaobserwować działanie poszczególnych komend. Aplikacja w przypadku korzystania z funkcji skoku pomiędzy programami MelfaBesic i G-Code, będzie również przełączała widok edytora programu na aktualnie przetwarzany program.

Tryby przetwarzania programu

Prawidłowo napisany kod programu bez błędów kompilacji może zostać uruchomiony w dwóch trybach pracy

Tryb pracy ciągłej: jeśli nie jest aktywna opcja pracy krokowej. Program po zakończeniu wykonywania danej linii kodu przechodzi do kolejnej linii w zależności od funkcji użytej w danej linii np. dla funkcji skoku nastąpi przejście do linii docelowej.

Tryb pracy krokowej: gdy jest aktywna opcja pracy krokowej program każdorazowo po zakończeniu wykonywania danej linii kodu oczekuje od użytkownika wymuszenia dalszej pracy (naciśnięcia przycisku pracy ciągłej) po którym przechodzi do kolejnej linii w zależności od funkcji użytej w danej linii np. dla funkcji skoku nastąpi przejście do linii docelowej.

Zakończenie pracy: wywołanie tej funkcji zatrzymuje przetwarzanie programu

Uwaga

Przełącznik trybu pracy krokowej należy przełączyć przed włączeniem programu jeśli program ma być uruchomiony w trybie pracy krokowej. Przełączenie przełącznika w trakcie wykonywania programu uruchamia pracę automatyczną lub powoduje na danym etapie przejście w tryb krokowy (zależnie od stanu przełącznika).

Oznaczanie linii

- aktualnie przetwarzana linia programu

- oznaczony start programu (pierwsze kliknięcie na linii)

- oznaczony koniec/wstrzymanie programu (drugie kliknięcie na linii)

Informacja

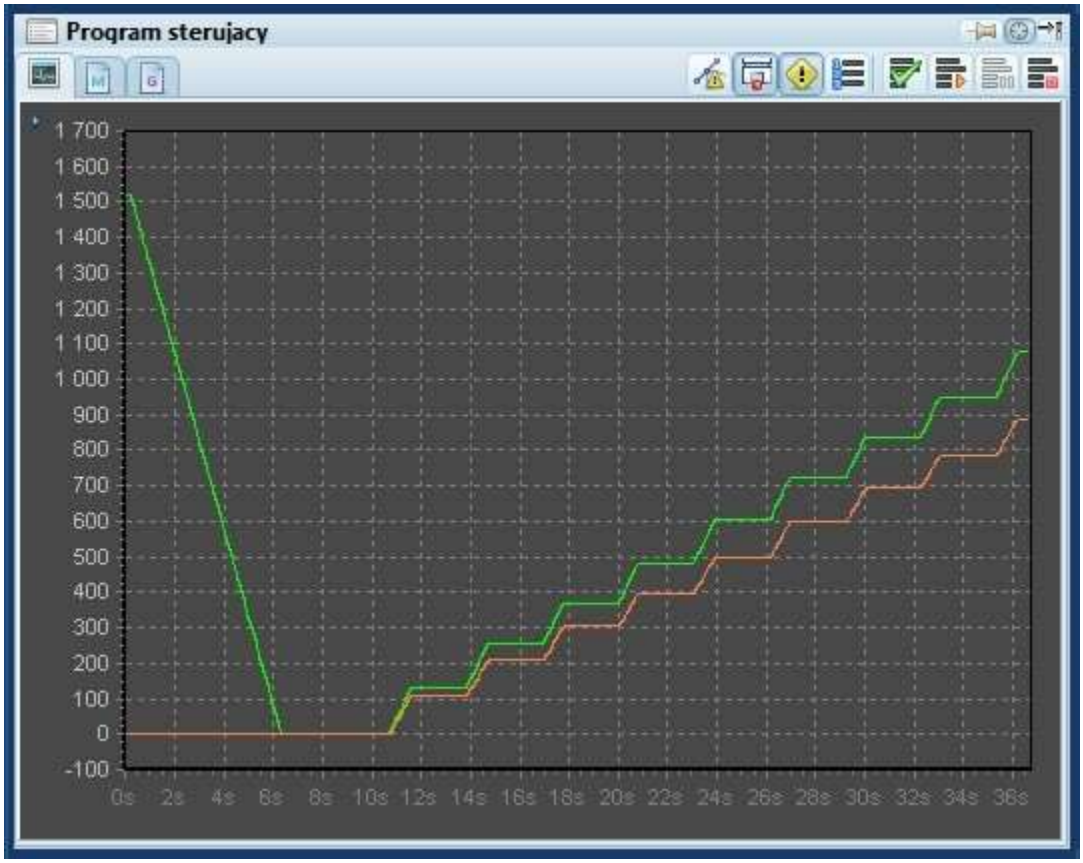
Oznaczenie linii poprzez kliknięcie myszką na pasek boczny danej linii pozwala na ustalenie początku/startu i końca przetwarzania programu. Pierwsze kliknięcie ustawia znacznik startu, jeśli linia oznaczona tym znacznikiem zostanie wybrana kolejny raz, nastąpi zmiana oznaczenie na znacznik końca. Kolejne kliknięcie dezaktywuje znacznik. Funkcja ta pozwala ustalić początek testowego rozruchu programu oraz jego koniec po którym nastąpi automatyczne włącznie przetwarzania krokowego.

Uwaga

Oznaczanie linii możliwe jest tylko po procesie kompilacji programu w którym nie wykryto błędów.

Wykresy

Interfejs ›› Panele boczne ›› Panel programu sterującego ››

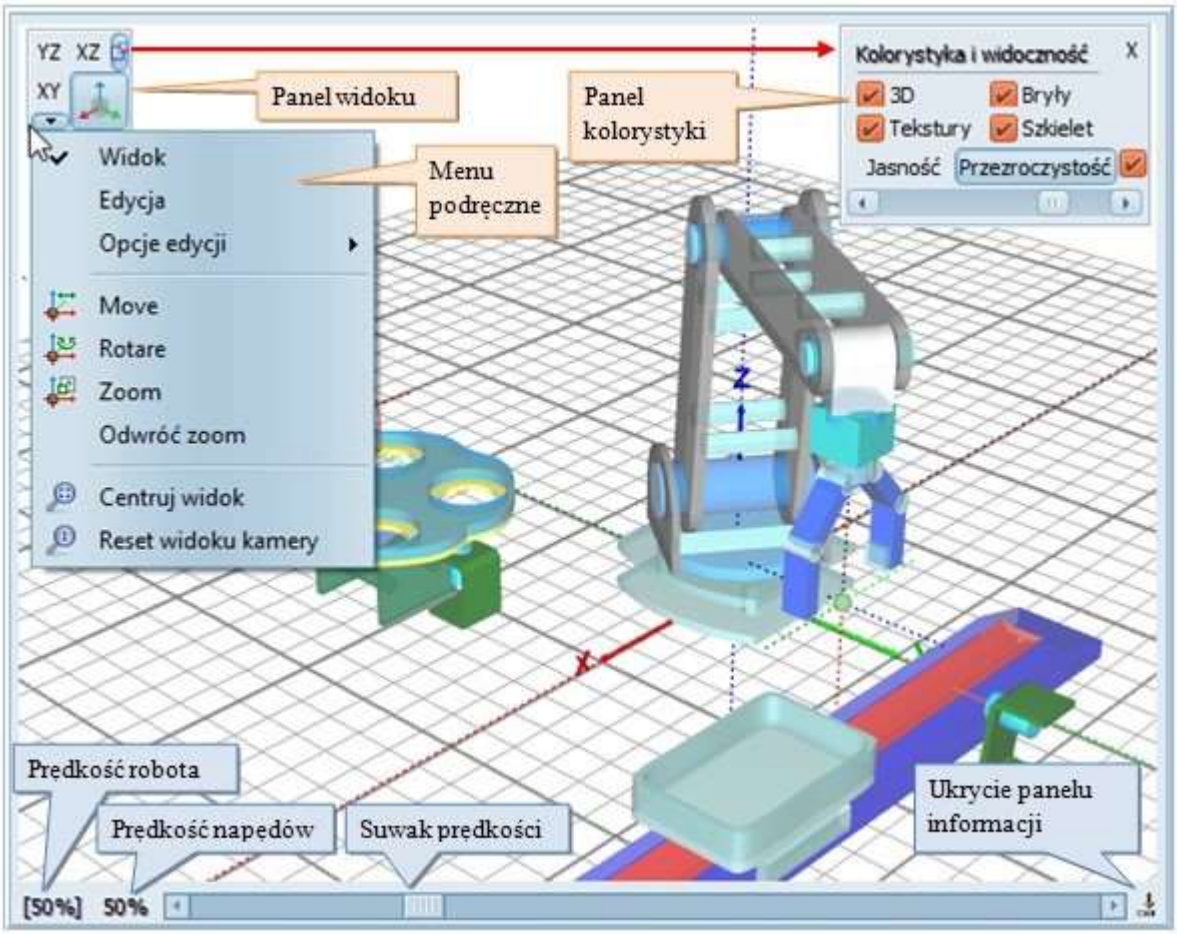


Wykres stanu enkoderów

Okno widoku 3D

Interfejs ››

Przestrzeń wirtualnego środowiska została utworzona z wykorzystaniem silnika OpenGL (komponent GLScene) który umożliwia tworzenie bryłowych konstrukcji takich jak ramię robota czy detale środowiska wirtualnego.



Widok środowiska 3D

W skład przestrzeni wchodzą:

- Środowisko 3D
- Panel widoku
- Panel kolorystyki
- Menu podręczne
- Suwak prędkości

Panel widoku

Interfejs ›› Okno widoku 3D ››

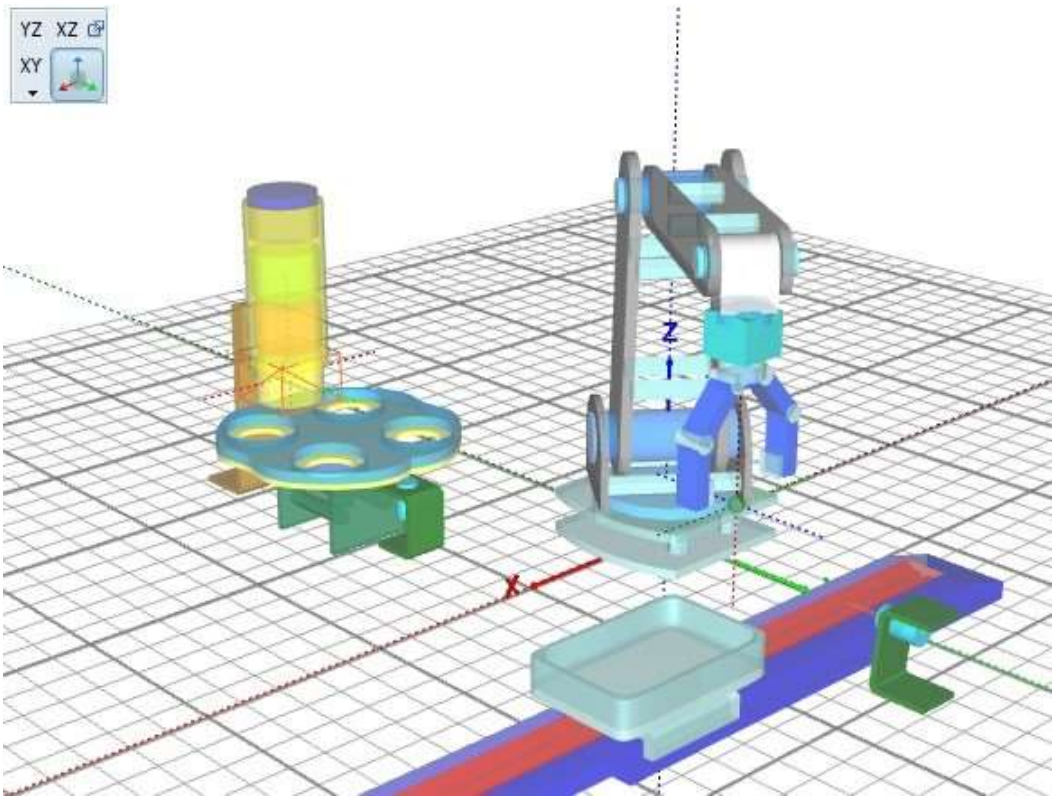
Panel widoku stanowi przełącznik pomiędzy perspektywą widoku i położenia kamery. Dostępne są 4 widoki z kamery, jeden w widoku perspektywicznym (domyślny) oraz trzy widoki na poszczególne płaszczyzny. Wybór kamery widoku płaszczyzny uzyskuje się poprzez kliknięcie na przycisk z oznaczeniami literowymi danej płaszczyzny. Ponowne naciśniecie tego przycisku odwraca płaszczyznę widoku.

Uwaga

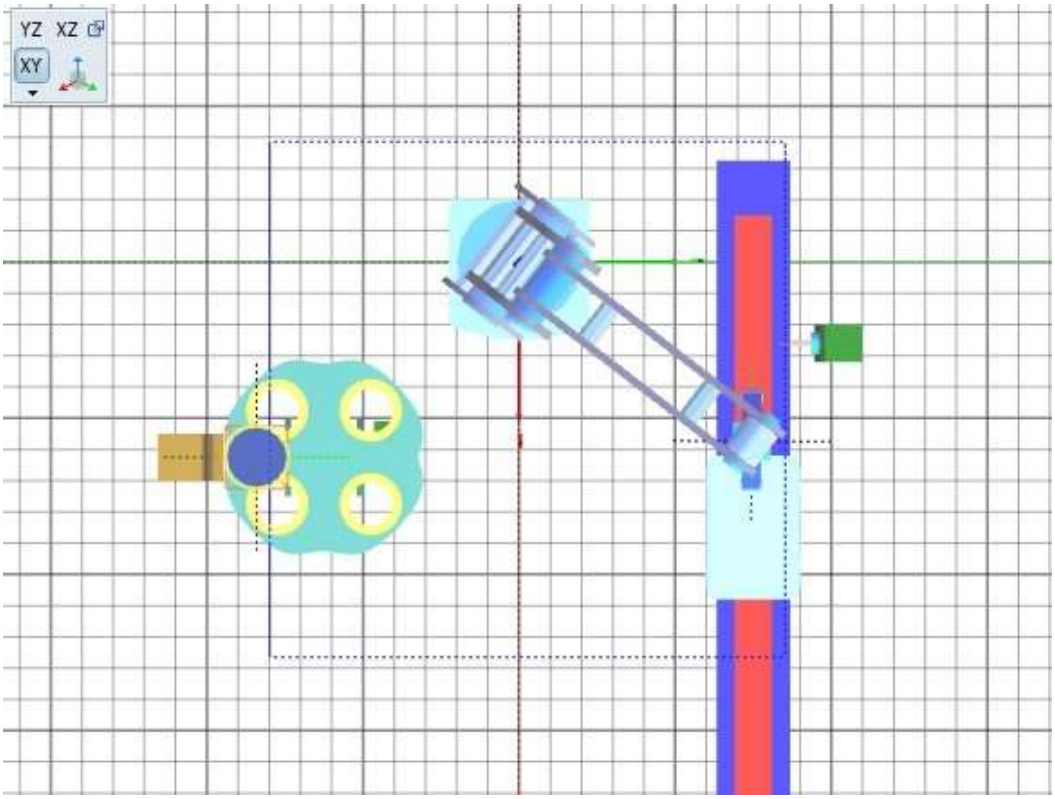
W widokach płaszczyzn nie jest możliwe obracanie widoku, dostępne jest tylko przesuwanie i przybliżanie/oddalanie.

Dodatkowe opcje panel widoku to wyświetlanie menu podręcznego oraz panelu zmiany kolorystyki.

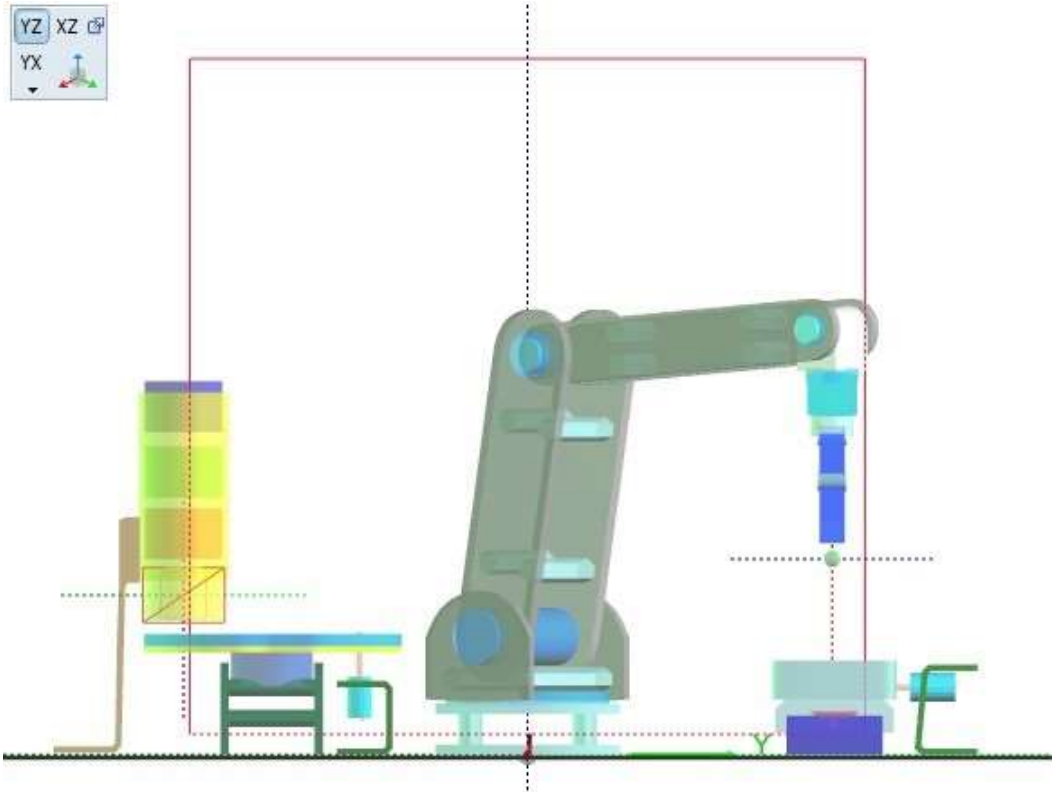
Widok perspektywy



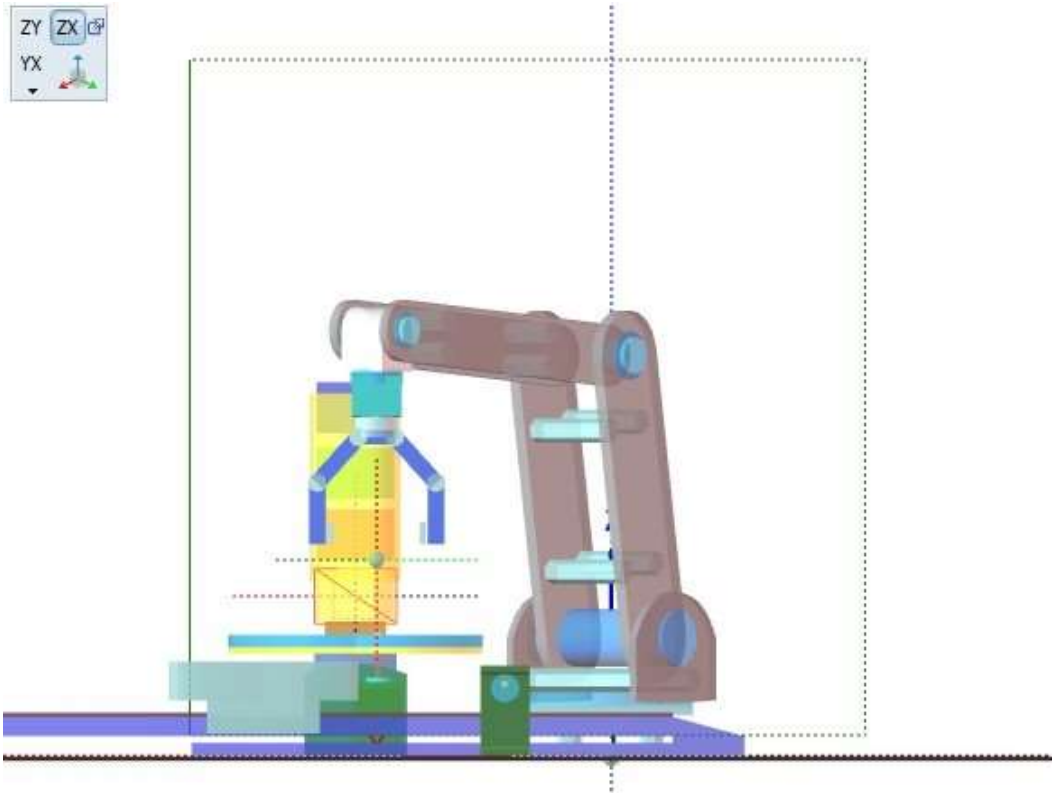
Widok płaszczyzny XY



Widok płaszczyzny YZ

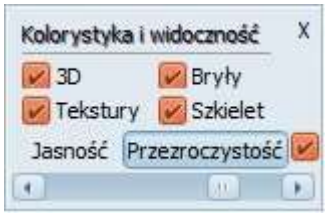


Widok płaszczyzny ZX



Panel kolorystyki

Interfejs ›› Okno widoku 3D ››



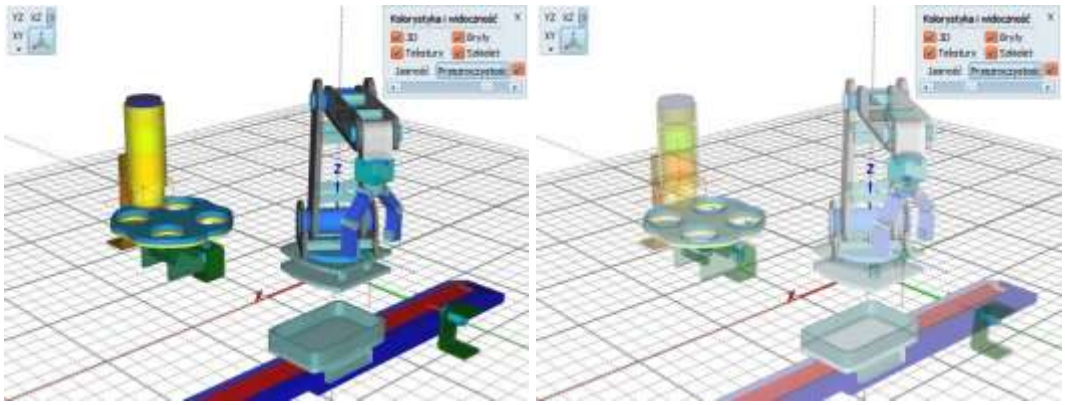
Panel kolorystyki umożliwia szybką zmianę jasności i przezroczystości obiektów sceny jak również pokazania bądź ukrycia elementów składowych obiektów.

Panel stanowi uzupełnienie do opcji zmiany kolorystyki środowiska 3D, w przypadku gdy jasność obiektów jest słaba dla wybranej kolorystyki.

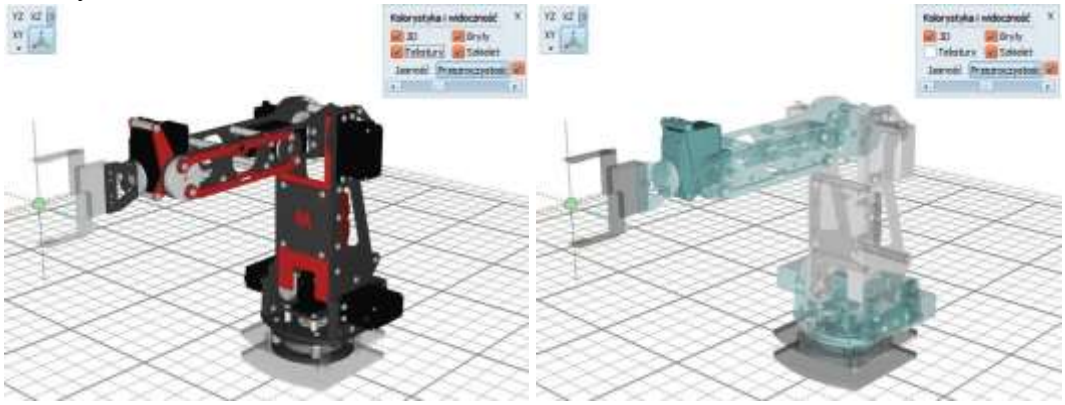
Uwaga

Zmiana jasności i przezroczystości nie zmienia parametrów zapisanych w projekcie, dlatego aby zachować inne ustawienia należy ręcznie zmienić te parametry dla poszczególnych brył a następnie zapisać projekt.

Przykład zmiany jasności i przezroczystości



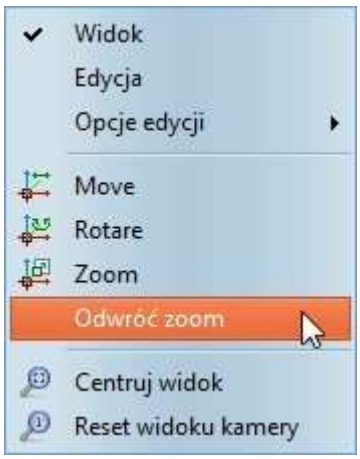
Przykład zmiany widoczności tekstur



Copyright © 2016; by Mechatronik.pl All Rights Reserved.

Menu podręczne

Interfejs ›› Okno widoku 3D ››



- tryb widoku: brak możliwości zaznaczania i przemieszczania obiektów
- tryb edycji: możliwości zaznaczania i przemieszczania obiektów ı opcje tryb edycji ı opcje sterowania widokiem
- resetowania widoku: centrowanie widoku kamery
- resetowania widoku: resetowanie widoku kamery do parametrów zapisanych w projekcie

Opcje sterowania widokiem

Opcje przypisania reakcji środowiska przy ruchu myszką z wciśniętym lewym klawiszem myszki z jednoczesną zmianą funkcji pozostałych klawiszy.

Domyślne ustawienia:

- Lewy klawisz myszki + ruch: obrót przestrzeni wokół centralnego punktu widoku
- Prawy klawisz myszki + ruch: przesuwanie przestrzeni względem płaszczyzny widoku
- Lewy + Prawy klawisz myszki + ruch: przybliżanie i oddalanie widoku
- Rolka myszki: przybliżanie i oddalanie widoku

Zmiana ustawień:

- lewy klawisz: obrót przestrzeni

- lewy klawisz: przesuwanie przestrzeni

- lewy klawisz: przybliżanie/oddalanie przestrzeni

Uwaga

Zmiana ustawień przypisanych do lewego klawisza myszki zmienia również ustawienia prawego klawisza na komplementarne.

Copyright © 2016; by Mechatronik.pl All Rights Reserved.

Tryb edycji

Interfejs ›› Okno widoku 3D ››

Tryb edycji umożliwia za pomocą graficznego interfejsu zmienić pozycję i obrót elementów przestrzeni oraz przemieszczać ramię robota poprzez wodzenie/przemieszczanie punktu TCP.

Informacja

Aby przejść do trybu edycji należy wybrać z menu podręcznego odpowiednią opcję lub kliknąć dwa razy w przestrzeni 3D. Po przejściu w tryb edycji zostaną wyświetlone w górnej części widoku 3D dane aktualnie zaznaczonego obiektu (jego pozycja). Wyjście z trybu edycji: opcja menu podręcznego lub dwu-klik w przestrzeni 3D.

Uwaga

Aplikacja nie pozwala na przemieszczanie obiektów i ramienia robota gdy włączona jest animacja (nawiązano połączanie z robotem wirtualnym), ponieważ w trybie tym obiekty uzyskują dynamikę która koliduje z działaniem użytkownika na obiekt.

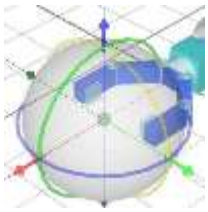
Przechodząc w tryb edycji zależnie od aktualnie wybranej karty parametrów zostanie oznaczony dany obiekt. Aby zmienić zaznaczenie obiektu należy kliknąć tylko raz lewym klawiszem myszy w przestrzeni 3D poza graficznym edytorem a następnie gdy edytor zniknie (i pojawi się napis "No selected object") zaznaczyć nowy obiekt.

Edytor graficzny - dodatkowe opcje

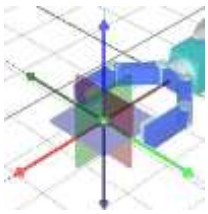
Dodatkowe opcje edytora graficznego

Opcje dodatkowe dostępne w menu podręcznym umożliwiają włączenie/wyłączenie poszczególnych elementów graficznego edytora jak i zachowania aplikacji po zmianie pozycji detalu (czy automatycznie przepisywać nowe ustawienia pozycji do parametrów obiektu).

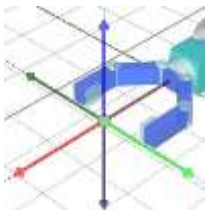
Edytor graficzny - opcje



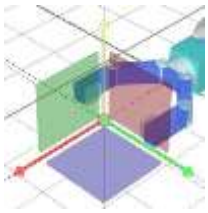
- włączone opcje: obrót, osie plus, osi minus i płaszczyzny



- włączone opcje: osie plus, osi minus i płaszczyzny



- włączone opcje: osie plus i osi minus



- włączone opcje: osie plus i płaszczyzny

Edytor graficzny - obsługa

Korzystanie z graficznego edytora jest intuicyjne. Osie odpowiadają za przemieszczanie obiektu wzdłuż wybranych osi, płaszczyzny względem wybranej płaszczyzny, natomiast obrót realizowany jest przez trzy kolorowe pierścienie.

Po najechaniu myszką na wybrany obiekt edytora zmienia on kolor na żółty i jest przygotowany do wykonania wybranej akcji. Naciśniecie lewego przycisku myszki i uchwycenie wybranego obiektu edytora graficznego umożliwia wraz z przemieszczeniem myszki zmienić wybrany parametr pozycji lub obrotu.

Suwak prędkości

Interfejs ›› Okno widoku 3D ››

Suwak prędkości usytuowany jest w dolnej części widoku środowiska 3D i służy do ustawienia maksymalnej prędkości ruchu dla robota i napędów. Gdy w środowisku zostaną umieszczone obiekty napędzane silnikiem obok suwaka pokaże się dodatkowe pole z wartością procentową prędkości tych napędów. Aby zmienić wybraną wartość należy kliknąć na wybraną informację (wartość procentowa aktywnej prędkości przypisanej do suwaka zostanie umieszczona w "[]"). Następnie suwakiem można ustalić nową wartość prędkości maksymalnej.

Dodatkowe parametry ustawień prędkości

Copyright © 2016; by Mechatronik.pl All Rights Reserved.

App

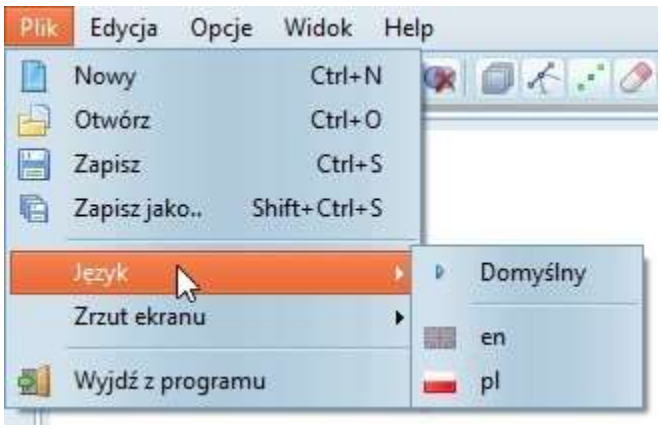
Interfejs ››

Podstawowymi elementami jakimi użytkownik zarządza w aplikacji RobLAB są:

- Język aplikacji
- Kolorystyka interfejsu i środowiska 3D
- Projekty
- Media (pliki tekstur i obiektów 3D)

Język aplikacji

Interfejs ›› Zarządzanie aplikacją ››

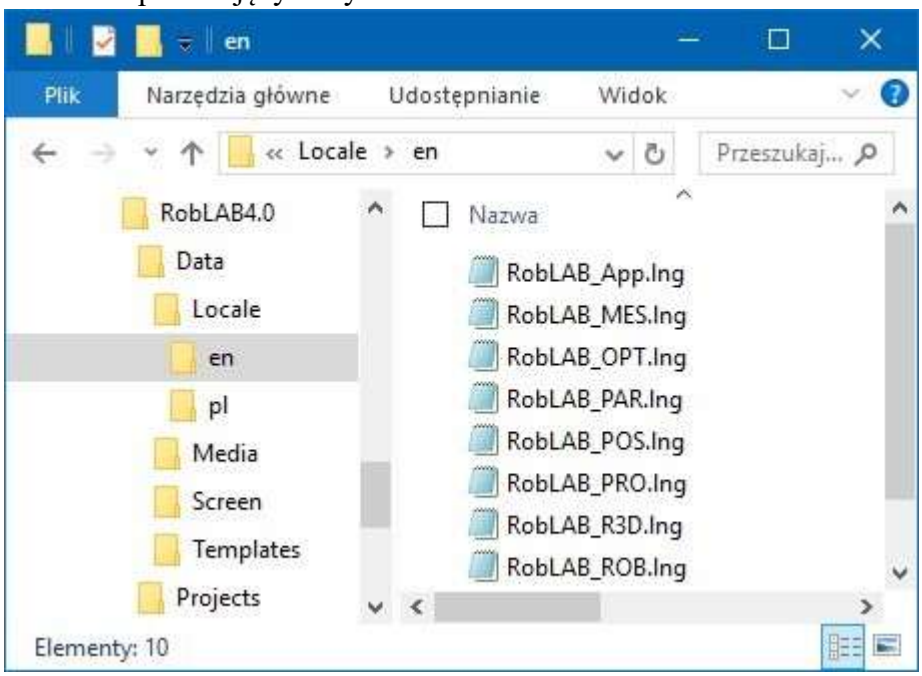


Zmiana języka interfejsu aplikacji możliwa jest

z poziomu menu "Plik/Język". Ustawienie języka domyślnego ustawia interfejs w wbudowany język polski używany podczas tworzenia aplikacji. W trybie tym nie zamieniają się nazwy parametrów przypisane do rożnych obiektów jak również nie jest blokowany do nich dostępy gdy parametr ten nie jest wykorzystywany. Tryb ten nie czyta plików językowych dlatego nie wymaga przewidzianej struktury katalogowej do prawidłowego działania. Jeśli podczas uruchomienia aplikacji nie zostaną odnalezione pliki językowe tryb "język domyślny" jest
Okno edycji programu automatycznie uruchamiany.

Informacja
Aplikacja posiada wbudowany kreator plików językowych dla nowego niedostarczonego z nią języka. Kreator dostępny po zalogowaniu na konto administracyjne.

Położenie plików językowych



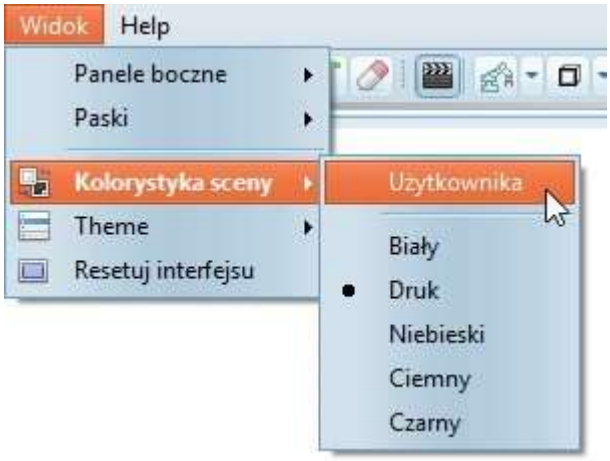
Pliki językowe umieszczone są w katalogu Data aplikacji w oddzielnych katalogach dla poszczególnych języków.

Kolorystyka aplikacji

Interfejs ›› Zarządzanie aplikacją ››

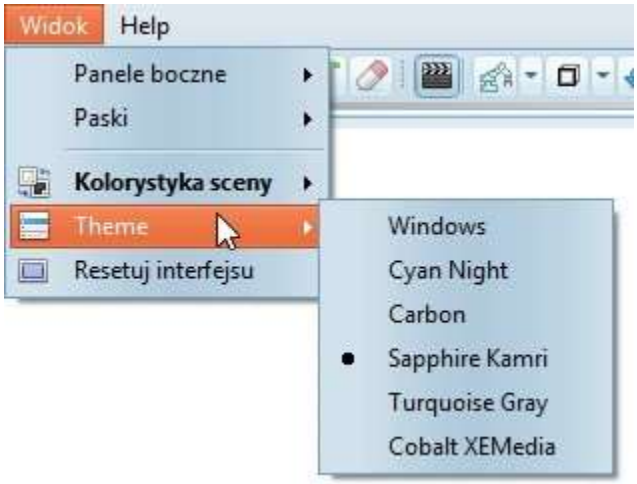
Aplikacja udostępnia narzędzia do zmiany kolorystyki interfejsu oraz pre definiowane kolorystyki środowiska 3D

Kolorystyka środowiska 3D



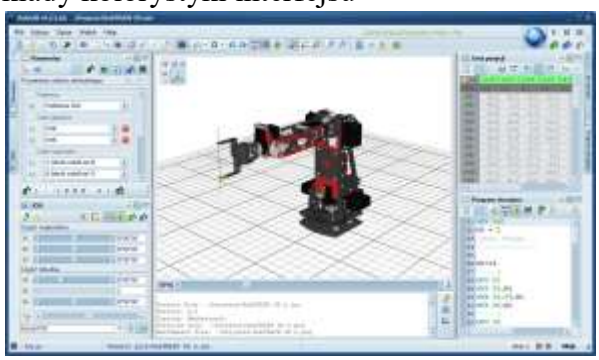
Zmiana kolorystyki środowiska 3D dostępna jest w panelu "Parametry" karta "Opcje dodatkowe" sekcja "Podłoże" gdzie można ustawić większość parametrów w tym kolorystycznych tj. kolor sceny, kolor podłoża , kolor siatki itp. Dostępne są również pre definiowane ustawienia kolorystyki w menu aplikacji "Widok/Kolorystyka sceny". Zastosowanie pre definiowanej kolorystyki nie zmienia ustawień zapisanych w projekcie dzięki temu można szybko wrócić do tych ustawień wybierając opcję "Użytkownika".

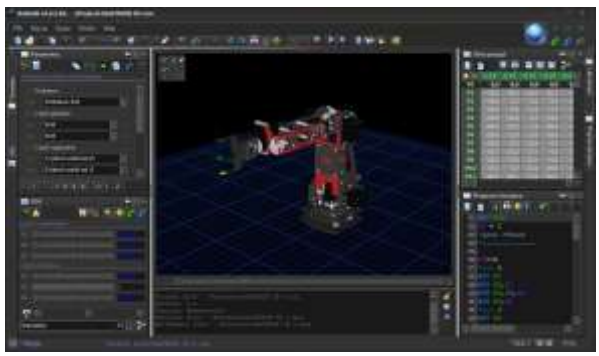
Kolorystyka interfejsu



Zmiana kolorystyki interfejsu tzw. "skórki" możliwa jest w menu aplikacji "Widok/Theme" gdzie dostępnych jest pięć różnych skórek interfejsu oraz powrót do interfejsu oryginalnego Windowsa.

Przykłady kolorystyki interfejsu





Zarządzanie projektami

Interfejs ›› Zarządzanie aplikacją ››
Nowy projekt

Podczas każdego uruchomienia aplikacji automatycznie zostaje przygotowana scena do umieszczenia nowej konstrukcji robota oraz dodania elementów dodatkowych tej przestrzeni o ile nie zaznaczono opcji wczytywania ostatnio edytowanego projektu:

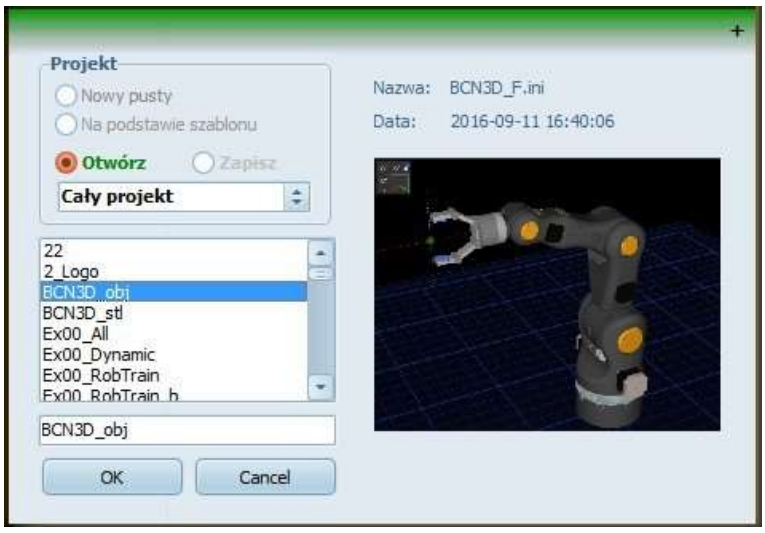
Uwaga
Odznaczenie opcji "Wczytywanie ostatniego projektu" w parametrach aplikacji spowoduje zapis ścieżki do ostatnio otwartego projektu i automatyczny jego odczyt podczas uruchomienia.

Utworzenie nowego projektu możliwe jest również w trakcie działania aplikacji po wybrania przycisku lub opcji "Nowy" z menu "Plik".

Po wybraniu tej opcji otworzy się interfejs zarządzania projektami który pozwala wybrać jedną z dwóch opcji

- Nowy pusty projekt
- Na podstawie szablonu

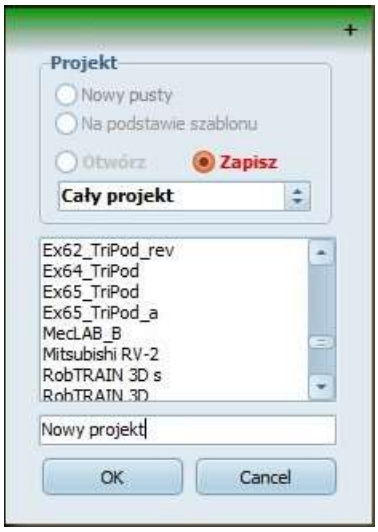
Informacja
Szablony zamieszczone zostały w katalogu "..\Data\Templates". Otwarcie projektu



Opcja otwarcia projektu zapisanego w katalogu ../Projects/ dostępna jest po wybrania przycisku lub opcji "Open" z menu "Plik".
Akcja otwierania projektu pozwala na

podgląd wcześniej wykonanego zdjęcia danego projektu wraz z nazwa i datą utworzenia co znacząco ułatwia zarządzanie projektami.

Zapisanie projektu



Opcja zapisania projektu w katalogu ../Projects/ dostępna jest po wybrania przycisku lub opcji "Zapisz jako" z menu "Plik".

Projekty zapisywane są w domyślnej lokalizacji w katalogu ../Projects/ gdzie znajdują się cztery pliki przewidziane dla każdego projektu:

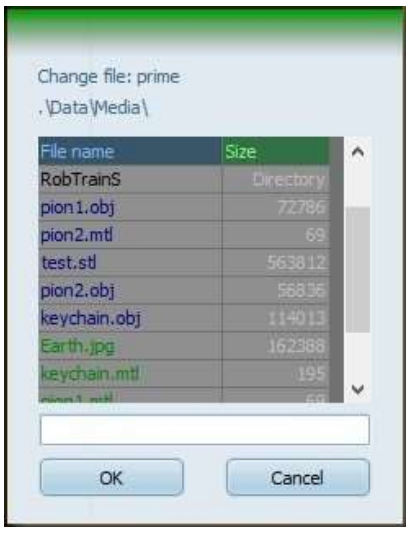
- plik parametrów przestrzeni wirtualnej (*.ini)
- plik listy pozycji (*.pos)
- plik programu sterującego MelfaBesic (*.prg)
- plik programu sterującego G-Code(*.gcod)
- plik zdjęcia projektu (*.png)

Uwaga

Możliwe jest otwarcie/zapisanie całego projektu lub poszczególnych jego składników np. programów czy listy pozycji w tym celu należy zmienić opcję "cały projekt" w rozwijanej liście na pożądaną w danym przypadku.

Zarządzanie mediami

Interfejs ›› Zarządzanie aplikacją ››
Interfejs zarządzania mediami



Oprócz projektów użytkownik ma dostępny do dyspozycji interfejs zarządzania mediami czyli plikami bryłowymi obiektów oraz plików tekstur, takich jak elementy czy człony robota. Możliwe do wczytania pliki bryłowe to *.stl, *.3ds oraz *.obj wraz z plikami tekstur *.mtl.

Dla zachowania spójności i przenośności aplikacji pliki te muszą być umieszczone w katalogu "..\Data\Media". Interfejs odwołuje się tylko do tego katalogu i niema możliwości wczytania plików z innych źródeł. W katalogu można tworzyć podkatalogi grupujące np. elementy członów robota.

Interfejs zarządzania mediami rozróżnia i koloruje trzy grupy elementów zamieszczonych w katalogu "Media" tj:

- podkatalogi (czcionka czarna): pogrupowane pliki dla różnych konstrukcji robotów np. RobTrain

- pliki bryłowe (czcionka niebieska): pliki zawierające bryły 3D obiektów zapisane w jednym z trzech formatów: *.stl, *.3ds lub *.obj wraz z plikami tekstur *.mtl

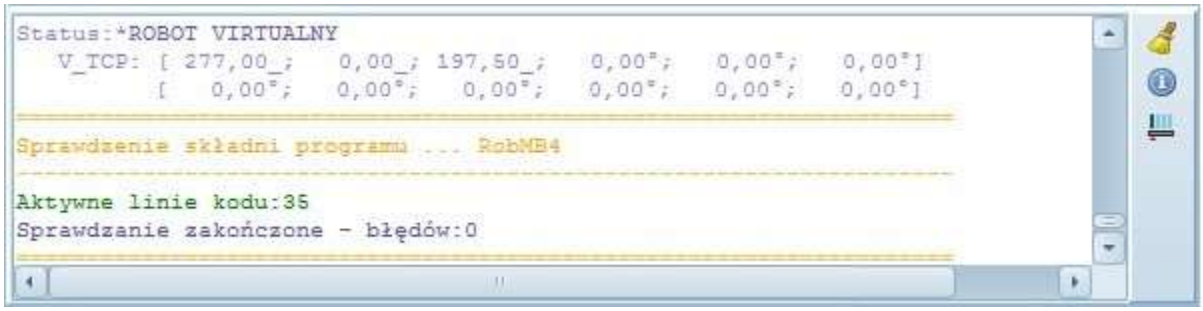
- pliki tekstur (czcionka zielona): pliki w formacie *.jpg lub *.png stanowiące teksturę którą można pokryć obiekty zamieszczone w środowisku 3D

Copyright © 2016; by Mechatronik.pl All Rights Reserved.

Panel informacji

Interfejs ››

Panel informacji procesowych pozwala wyświetlać bieżące informacje o aktualnie prowadzonych działaniach w tym również szereg uwag i błędów. Informacje wyświetlane są w postaci listy stale uaktualnianej dając jednocześnie możliwość wglądu do wcześniejszych komunikatów.



Pasek pomocy

Opis ikon

- czyszczenie okna komunikatów i konsoli

- wyświetlenie informacji o aktualnym parametrach

- zmiana poziomu wyświetlania informacji

Poziom wyświtlania informacji

Przycisk poziomu wyświetlania informacji pozwala zmieniać ilość i częstość informacji. Dla pierwszego poziomu wyświetlana jest minimalna ilość informacji a im wyższy poziom tym częstość jak i ilość się zwiększa. O aktualnym poziomie informuje ikona przycisku.
Menu dodatkowych informacji

TCP zadanie proste: wyświetlenie szeregu parametrów wyznaczanych w obliczeniach zadania prostego

TCP zadanie odwrotne: wyświetlenie szeregu parametrów wyznaczanych w obliczeniach zadania odwrotnego
TCP punkty: wyświetlenie punktów aktualnego docelowego oraz pozycji robota
ROB wymiary: wyświetlenie podstawowych wymiarów ramienia robota
ROB stan IO: wyświetlenie stanu sygnałów wej/wyj robota ROB zakresy: wyświetlenie zakresów poszczególnych członów robota
ROB kontroler: wyświetlenie informacji odczytanych z kontrolera rzeczywistego robota

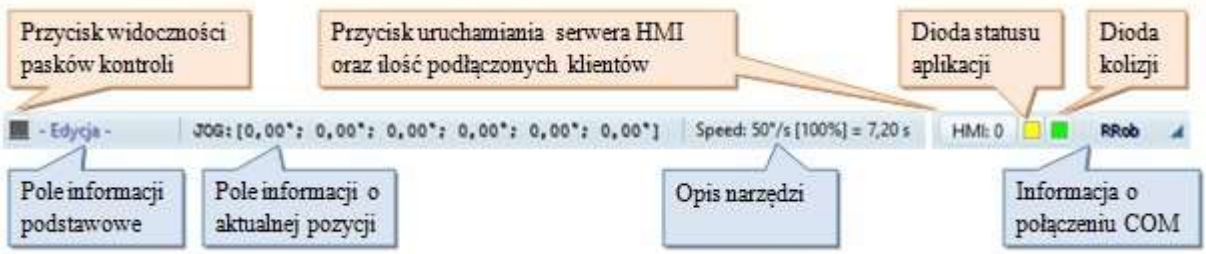
Dodatkowe opcje w trybie administratora

- wyświetlanie informacji diagnostycznych
- uruchomienie edytora języka interfejsu
- uruchomienie panelu konfiguracji kontrolera robota rzeczywistego

Pasek stanu

Interfejs ››

Na pasku stanu wyświetlane są dostępne informacje na temat bieżących działań, informacje o aktualnej pozycji punktu TCP czy też opis narzędzi znajdujących się pod kursorem myszki. Podstawowe sekcje i narzędzia paska stanu opisano poniżej.



Opis sekcji

Pole informacji podstawowych - pole wskazujące aktualne działania i informacje istotne działania aplikacji.

Pole informacji pozycji - pole wskazujące wartości aktualnej pozycji. Klikniecie myszką na to pole powoduje przełączenie wskazań pomiędzy: JOG, XYZ, GLO(globalne), USR i ABS.

Opis narzędzi - pole wskazujące dodatkowe informacje dotyczące narzędzi (przycisków, pól) znajdujących się pod wskaźnikiem myszki.

Przycisk HMI - przycisk szybkiego dostępu do serwera HMI, umożliwia włączenie/wyłączenie serwera oraz w opisie wyświetlona zostaje aktualna liczba podłączonych paneli HMI.

Dioda statusu aplikacji - dioda wskazująca aktualny stan animacji, żółta - brak aktywności animacji, cyklicznie zmieniający się kolor biało/zielony wskazuje aktywność animacji. Naciśnięcie diody wyłącza auto-wstrzymywanie animacji.

Informacja
Działanie procesu animacji wykazuje stałe użycie procesora do obliczeń dynamiki i renderingu obiektów w środowisku 3D. Dlatego aplikacja wyposażona jest w automatyczne wstrzymywanie animacji gdy w określonym czasie (np. 30s) nie wykonywane są jakiekolwiek działania przez użytkownika. Auto wstrzymywanie animacji jest zablokowane w przypadku przetwarzania programu lub szkicowaniu przestrzeni roboczej.

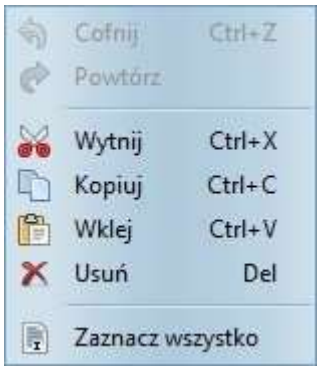
Dioda kolizji - dioda wskazująca stan wykrytych kolizji, kolor zielony wskazuje brak kolizji, pozostałe kolory zależnie od rodzaju kolizji.

Skróty klawiaturowe

Interfejs ›› Okno widoku 3D ››

Aplikacja udostępnia szereg skrótów klawiaturowych ułatwiających edycję, zmianę parametrów jak i sterowania.

Skróty edycyjne



Menu edycji
- wytnij [Ctrl]+[X]
- kopiuj [Ctrl]+[C]
- wklej [Ctrl]+[V]
- usuń [Del]
- zaznacz wszystko [Ctrl]+[A]

Skróty sterujące

- nawiązanie połączenia z wirtualnym robotem [F7]

- nawiązanie połączenia z rzeczywistym robotem [F8]

- kompilacja programu sterującego (sprawdzenie poprawności składni) [F9]

- przetwarzanie programu (ciągłe) [F10]

- zakończenie przetwarzania programu [F11]

Skróty wspomagające

Skróty wspomagające edycję pozwalają na zmianę skoku wartości pól liczbowych edycyjnych, gdzie możliwe jest zmniejszanie lub zwiększanie wartości wykorzystując rolkę myszki

- zmiana wartości o +/- przypisaną jednostkę
[Shift]+- zmiana wartości o 10x +/- przypisaną jednostkę
[Ctrl]+- zmiana wartości o 0.1x +/- przypisaną jednostkę

Skróty sterujące

W panelu JOG możliwe jest sterowanie ramieniem robota korzystając ze skrótów - kombinacji przycisków [Ctrl] i strzałek. Aktualnie wybrany parametr/oś oznaczony jest żółtą obwódką w opisie.

[Ctrl]+ [Up] - zmiana osi o jedną do tyłu np. z J3 >> J2
[Ctrl]+ [Down] - zmiana osi o jedną do do przodu np. z J3 >> J4
[Ctrl]+ [Left] - zmiana wartości wybranej osi o "-" jednostka
[Ctrl]+ [Right] - zmiana wartości wybranej osi o "+" jednostka

Sterowanie widokiem

Środowisko wirtualne 3D domyślnie ma przypisane następujące akcje sterowania widokiem.

-obrót przestrzeni wokół centralnego punktu widoku
-przesuwanie przestrzeni względem płaszczyzny widoku
-przybliżanie i oddalanie widoku
-przybliżanie i oddalanie widoku
+ [Shift] - szybsze przybliżanie i oddalanie widoku

Języki programowania

Dostępne języki programowania

- Język Movmaser Command - stary język programowani robotów Mitsubishi
- Język MelfaBesic IV - nowy język programowani robotów Mitsubishi
- Język G-Code - język oparty na programowaniu obrabiarek CNC

Przełącznik kodu

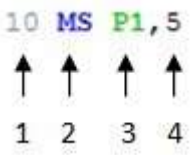
Aplikacja umożliwia uruchamianie programów sterujących w wybranym języku programowania. Możliwe jest również uruchamianie programu pisanego w G-Code z poziomu programu MelfaBasicIV korzystając z funkcji uruchamiania podprogramu w postaci:

CALLP "G-Code"

Język Movmaster Command

Program pisany w języku Movemaster Command opiera się na numerowanych kolejno liniach, gdzie w każdej realizowane jest jedno polecenie.

Przykład składni pojedynczej linii



1 - numer linii

2 - komenda

3 - parametr instrukcji

4 - dodatkowe parametry lub instrukcje

Klasyfikacja znaków i zmiennych używanych w programie:

P - zmienna pozycji (np. P11);

Spacja ( ) - oddziela poszczególne elementy składowe linii;

Przecinek (,) - oddziela parametry gdy używany jest więcej niż jeden;

Apostrof (') - otwiera komentarz;

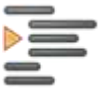
Gwiazdka (*) - stosowany jest przed nazwą etykiety;

Dostępne komendy

Rodzaj komendy	Nazwa	Symbol

Kontrola ramienia	Ruch prosty	MO
	Ruch po trajektorii liniowej	MS
	Otwarcie chwytaka	GO
	Zamknięcie chwytaka	GC
Kontrola prędkości	Prędkość	SP
Kontrola programu	Skok do linii	GT
	Opóźnienie	TI
	Zakończenie programu	ED
Kontrola liczników	Przypisanie licznika	SC
	Zwiększenie licznika	IC
	Zmniejszenie licznika	DC
	Ustawienie do porównania	ID
	Porównanie licznika	EQ
Kontrola IO	Test wejścia	TB
	Przypisanie wyjścia	OB

MO



Kontrola ramienia robota - komenda ruchu

MO <numer pozycji>

Komenda pozwalająca na wykonanie ruchu ramienia robota z aktualnego punktu do punktu docelowego którego współrzędne zostały umieszczone na liście pozycji pod określonym numerem pozycji podanym jako parametr komendy. Trajektoria wykonanego ruchu nie jest ściśle określona zależy jedynie od prędkości poszczególnych członów i ich zakresu ruchu.

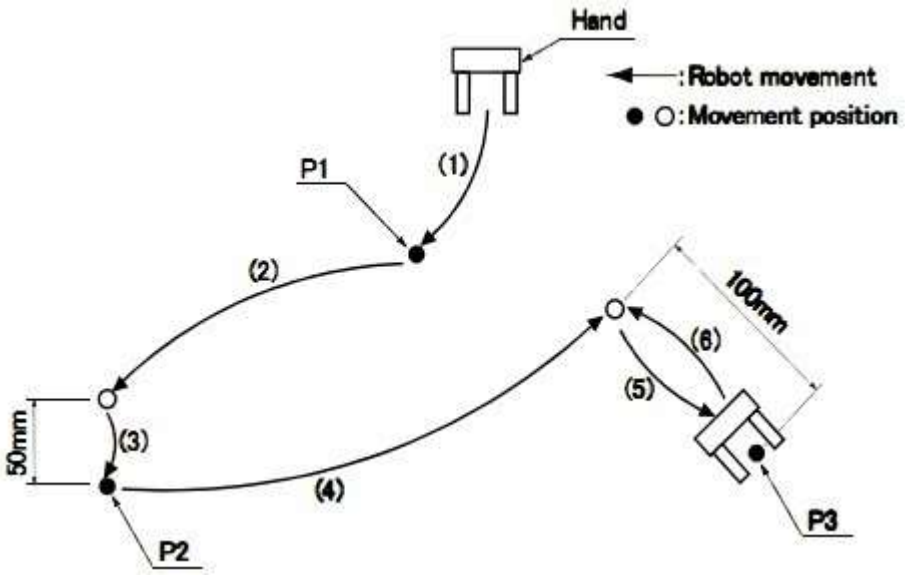
Dodatkowa funkcja komendy (ruch względny):

Podanie numeru pozycji wymaga umieszczenie jej na liście pozycji w przypadku wykorzystania komendy do ruchu względnego (zamiast literki "P" umieszczenie znacznika "J" i numeru osi 1..6 lub literki "G" i numeru osi globalnej 1..2) komenda nie odwołuje się do listy pozycji a jedynie zmienia wartość aktualnej pozycji o podaną wartość po przecinki np.

MO J2,+10	'przemieść ramię w osi drugiej o 10 stopni w kierunku dodatnim
MO J2,-10	'przemieść ramię w osi drugiej o 10 stopni w kierunku ujemnym

```
' Opis
10 MO P7
20 mo P3
30 GC
```

' Opis
10 MO P7
20 mo P3
30 GC



MS

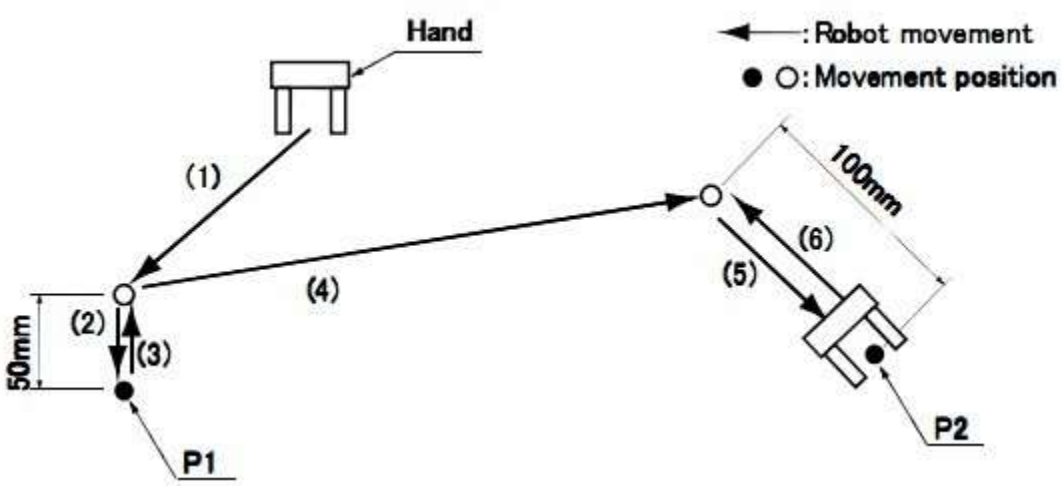
Kontrola ramienia robota - komenda ruchu

MS <numer pozycji>,<ilość punktów pośrednich>

Komenda pozwalająca na wykonanie ruchu ramienia robota z aktualnego punktu do punktu docelowego którego współrzędne zostały umieszczone na liście pozycji pod określonym numerem pozycji podanym jako parametr komendy. Trajektoria wykonanego ruchu stanowi linię prostą pomiędzy punktami aktualnym i docelowym z punktami pośrednimi podanymi jako parametr. Ilość punktów pośrednich pozwala na zmianę dokładności odzwierciedlania trajektorii liniowej która zależy również od odległości pomiędzy punktami.

```
' Opis
10 MO P7
20 ms P3,12
30 MS P2,2
```

' Opis
10 MO P7
20 ms P3,12
30 MS P2,2



GO

Kontrola ramienia robota - komenda otwarcia chwytaka

GO

Komenda pozwalająca na wykonanie otwarcia chwyta. Komenda nie wymaga żadnych dodatkowych parametrów. Aplikacja pozwala na sterowanie tylko jednym chwytakiem przypisanym do jednego z 4 wyjść binarnych robota rzeczywistego.

```
' Opis
10 MO P7
20 MS P5,25
30 gc 'zamknięcie chwytaka
40 mo P3
50 GO 'otwarcie chwytaka"
```

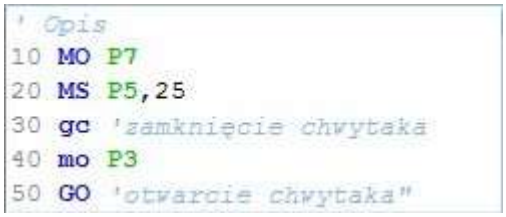
' Opis
10 MO P7
20 MS P5,25
30 gc 'zamknięcie chwytaka
40 mo P3
50 GO 'otwarcie chwytaka"

GC

Kontrola ramienia robota - komenda zamknięcia chwytaka

GC

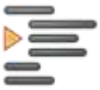
Komenda pozwalająca na wykonanie zamknięcia chwyta. Komenda nie wymaga żadnych dodatkowych parametrów. Aplikacja pozwala na sterowanie tylko jednym chwytakiem przypisanym do jednego z 4 wyjść binarnych robota rzeczywistego.



```
' Opis
10 MO P7
20 MS P5,25
30 gc 'zamknięcie chwytaka
40 mo P3
50 GO 'otwarcie chwytaka"
```

' Opis
10 MO P7
20 MS P5,25
30 hc 'zamknięcie chwytaka
40 mo P3
50 GO 'otwarcie chwytaka

SP



Kontrola ramienia robota - komenda prędkości ruchu

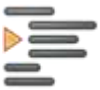
SP <prędkość>

Komenda pozwalająca na ustawieniu aktualnej prędkości wyrażonej w procentach maksymalnej prędkości ustawianej dla danego członu. Komenda wymaga podanie parametru prędkości (1 - 200%) bez znaku "%" na końcu podanej wartości typu całkowitego.

```
' Opis
10 MO P7
20 MS P5,25
30 SP 50 'prędkość 50%
40 mo P3
50 sp 100 'prędkość 100%
```

' Opis
10 MO P7
20 MS P5,25
30 SP 50 'prędkość 50%
40 mo P3
50 sp 100 'prędkość 100%

GT



Kontrola programu - skok do linii

GT <numer linii>

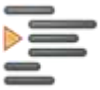
Komenda pozwalająca na wykonanie skoku do zadanej linii programu. Parametr komendy określa numer linii programu wyrażony w liczbie całkowitej.

' Opis
10 MO P7
20 MS P5,25

```
' Opis
10 MO P7
20 MS P5,25
30 SP 50
40 mo P3
50 sp 100
60 gt 10 'skok do linii 10
```

30 SP 50
40 mv P3
50 sp 100
60 gt 10 'skok do linii 10

TI



Kontrola programu - opóźnienie czasowe

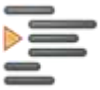
TI <wartość opóźnienia>

Komenda pozwalająca na wprowadzenie opóźnienia w trakcie przetwarzania kodu programu. Wywołanie komendy pozwala na zatrzymanie przejścia do kolejnej linii na czas o wartości n*0.1 sekundy.

```
10 MO P7
20 MS P5,25
30 TI 20 'opóźnienie ok. 2s
40 mo P3
50 sp 100
60 gt 10 'skok do linii 10
```

10 MO P7
20 MS P5,25
30 TI 20 'opóźnienie ok. 2s
40 mo P3
50 sp 100
60 gt 10 'skok do linii 10

ED



Kontrola programu - zakończenia programu

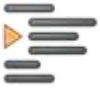
ED

Komenda zakończenia przetwarzania programu.

```
10 MO P7
20 MS P5,25
30 TI 20 'opóźnienie ok. 2s
40 mo P3
50 sp 100
60 ED 'koniec programu
```

10 MO P7
20 MS P5,25
30 TI 20 'opóźnienie ok. 2s
40 mo P3
50 sp 100
60 ED 'koniec programu

SC



Kontrola liczników - operacje na licznikach

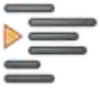
SC M<numer licznika>, <wartość przypisania>

Komenda przypisania umożliwia zapisanie wybranej wartości całkowitej dla jednego z wybranych liczników M1..M8. Przypisanie wymusza podania numeru licznika po jego oznaczeniu np. M1 oraz znaku równości wraz z nową wartością wybranego licznika np. SC M2,10.

```
10 SC M1,3 'przypisz M1=3
20 MO P7
30 ms P5,25
40 ti 20
50 mo P3
60 IC M1 'zwiększenie M1
65 ID M1
70 EQ 6,60
80 gt 10 'skok do linii 10
90 ED 'koniec programu
```

10 SC M1,3 'przypisz M1=3
20 MO P7
30 ms P5,25
40 ti 20
50 mo P3
60 IC M1 'zwiększenie M1
65 ID M1
70 EQ 6,60
80 gt 10 'skok do linii 10
90 ED 'koniec programu

IC



Kontrola liczników - zwiększenie wartości licznika

IC M<numer licznika>

Komenda zwiększenie wartości licznika (increment counter) umożliwia dodanie do stanu wybranego licznika M1..M4 wartości "+1". Parametrem komendy jest litera oznaczająca licznik "M" oraz numer wybranego licznika po jego oznaczeniu np. "M1".

```
10 SC M1,3 'przypisz M1=3
15 DC M1 'zmniejszenie M1
20 MO P7
30 ms P5,25
40 ti 20
50 mo P3
60 IC M1 'zwiększenie M1
65 ID M1
70 EQ 6,90
80 gt 20 'skok do linii 20
90 ED 'koniec programu
```

DC

Kontrola liczników - zmniejszenie wartości licznika

DC M<numer licznika>

Komenda zmniejszenia wartości licznika (decrement counter) umożliwia odjęcie od stanu wybranego licznika M1..M4 wartości "-1". Parametrem komendy jest litera oznaczająca licznik "M" oraz numer wybranego licznika po jego oznaczeniu np. "M1".

```
10 SC M1,3 'przypisz M1=3
15 DC M1 'zmniejszenie M1
20 MO P7
30 ms P5,25
40 ti 20
50 mo P3
60 IC M1 'zwiększenie M1
65 ID M1
70 EQ 6,90
80 gt 20 'skok do linii 20
90 ED 'koniec programu
```

10 SC M1,3 'przypisz M1=3
15 DC M1 'zmniejszenie M1
20 MO P7
30 ms P5,25
40 ti 20
50 mo P3
60 IC M1 'zwiększenie M1
65 ID M1
70 EQ 6,90
80 gt 20 'skok do linii 20
90 ED 'koniec programu

ID

Kontrola liczników - ustawienie numeru licznika do porównania

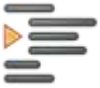
ID

Komenda pozwala na przepisanie wartości wybranego licznika do licznika "M0" wykorzystywanego do celów porównawczych przez komendę "EQ". Parametrem komendy jest litera oznaczająca licznik "M" oraz numer wybranego licznika po jego oznaczeniu np. "M1".

```
10 SC M1,3 'przypisz M1=3
15 DC M1 'zmniejszenie M1
20 MO P7
30 ms P5,25
40 ti 20
50 mo P3
60 IC M1 'zwiększenie M1
65 ID M1
70 EQ 6,90
80 gt 20 'skok do linii 20
90 ED 'koniec programu
```

10 SC M1,3 'przypisz M1=3
15 DC M1 'zmniejszenie M1
20 MO P7
30 ms P5,25
40 ti 20
50 mo P3
60 IC M1 'zwiększenie M1
65 ID M1
70 EQ 6,90
80 gt 20 'skok do linii 20
90 ED 'koniec programu

EQ



Kontrola porównania - test stanu obiektu

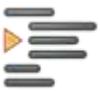
EQ <wartość do porównania>,<numer linii>

Komenda pozwala na porównanie wartości wybranego licznika (komendą "ID") z wartością pierwszego parametru i jeśli obie wartości będą równe zostanie wywołany skok do linii której numer stanowi drugi parametr po znaku ",". Parametrem komendy jest liczba całkowita stanowiąca wartość wykorzystywana do porównań oraz po przecinku numer linii do której następuje przeskok w przypadku prawidłowego wyniku porównania. Jeśli porównanie nie spełni warunku następuje automatyczne przejście do kolejnej linii programu.

```
10 SC M1,3 'przypisz M1=3
15 DC M1 'zmniejszenie M1
20 MO P7
30 ms P5,25
40 ti 20
50 mo P3
60 IC M1 'zwiększenie M1
65 ID M1
70 EQ 6,90
80 gt 20 'skok do linii 20
90 ED 'koniec programu
```

10 SC M1,3 'przypisz M1=3
15 DC M1 'zmniejszenie M1
20 MO P7
30 ms P5,25
40 ti 20
50 mo P3
60 IC M1 'zwiększenie M1
65 ID M1
70 EQ 6,90
80 gt 20 'skok do linii 20
90 ED 'koniec programu

TB



Kontrola IO - test stanu wejścia

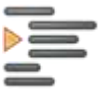
TB <znak stanu +/-><numer wejścia>,<numer linii>

Komenda pozwala na sprawdzenie wartości stanu wybranego wejścia którego numer znajduje się po znaku stanu jeśli test wypadnie pomyślnie następuje przeskok do linii zapisanej w parametrze "numeru linii". Znak stanu określa ustawienie stanu wejścia "-" stan niski (nieaktywne wejście) "+" stan wysoki (aktywne wejście).

```
10 OB -1  'zerowanie wyjścia 1
20 MO P7
30 ms P5,25
40 ti 20
50 mo P3
60 sp 100
70 TB +1,20 'test wejścia 1
80 OB +1  'ustawienie wyjścia 1
90 ED
```

10 OB -1 'zerowanie wyjścia 1
20 MO P7
30 ms P5,25
40 ti 20
50 mo P3
60 sp 100
70 TB +1,20 'test wejścia 1
80 OB +1 'ustawienie wyjścia 1
90 ED

OB



Kontrola IO - przypisanie stanu wyjścia

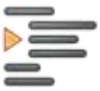
OB <znak stanu><numer wyjścia>

Komenda pozwala na przypisanie wartości stanu wybranego wyjścia którego numer znajduje się po znaku stanu. Znak stanu określa ustawienie stanu wyjścia "-" stan niski (wyłączenie wyjścia) "+" stan wysoki (włączenie wyjścia).

```
10 OB -1  'zerowanie wyjścia 1
20 MO P7
30 ms P5,25
40 ti 20
50 mo P3
60 sp 100
70 TB +1,20 'test wejścia 1
80 OB +1  'ustawienie wyjścia 1
90 ED
```

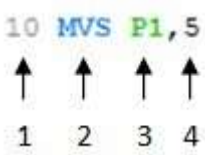
10 OB -1 'zerowanie wyjścia 1
20 MO P7
30 ms P5,25
40 ti 20
50 mo P3
60 sp 100
70 TB +1,20 'test wejścia 1
80 OB +1 'ustawienie wyjścia 1
90 ED

Język MelfaBesicIV



Program pisany w języku MelfaBasic opiera się na numerowanych kolejno liniach, gdzie w każdej realizowane jest jedno polecenie.

Przykład składni pojedynczej linii



1 - numer linii

2 - komenda

3 - parametr instrukcji

4 - dodatkowe parametry lub instrukcje

Klasyfikacja znaków i zmiennych używanych w programie:

P - zmienna pozycji (np. P11);

Spacja ( ) - oddziela poszczególne elementy składowe linii;

Przecinek (,) - oddziela parametry gdy używany jest więcej niż jeden;

Apostrof (') - otwiera komentarz;

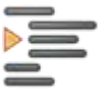
Gwiazdka (*) - stosowany jest przed nazwą etykiety;

Dostępne komendy

Rodzaj komendy	Nazwa	Symbol
Kontrola ramienia	Ruch prosty	MOV
	Ruch po trajektorii liniowej	MVS
	Ruch po trajektorii kołowej	MVR
	Ruch po trajektorii beziera	MVB
	Otwarcie chwytaka	HOPEN
	Zamknięcie chwytaka	HCLOSE
Kontrola prędkości	Prędkość	SPD
Kontrola programu	Skok do linii	GOTO
	Linia skoku	*label
	Opóźnienie	DLY
	Skok do podprogramu	GOSUB
	Powrót z podprogramu	RETURN
	Zakończenie programu	END
Kontrola liczników	Przypisanie licznika	Set Counter
	Przypisanie rejestru	Set Registry
	Zwiększenie licznika	INC
	Zmniejszenie licznika	DEC
Kontrola porównania	Test stanu obiektu	IF THEN
	Test stanu obiektu	WAIT

Kontrola IO	Test wejścia binarnego	M_IN
	Przypisanie wyjścia binarnego	M_OUT
	Test wejścia analogowego	M_INA
	Test wejścia enkodera	M_ENC
	Sterowanie silnikiem	MOT

MOV



Kontrola ramienia robota - komenda ruchu

MOV <numer pozycji>

Komenda pozwalająca na wykonanie ruchu ramienia robota z aktualnego punktu do punktu docelowego którego współrzędne zostały umieszczone na liście pozycji pod określonym numerem pozycji podanym jako parametr komendy. Trajektoria wykonanego ruchu nie jest ściśle określona zależy jedynie od prędkości poszczególnych członów i ich zakresu ruchu.

Dodatkowa funkcja komendy (ruch względny):

Podanie numeru pozycji wymaga umieszczenie jej na liście pozycji w przypadku wykorzystania komendy do ruchu względnego (zamiast literki "P" umieszczenie znacznika "J" i numeru osi 1..6 lub literki "G" i numeru osi globalnej 1..2) komenda nie odwołuje się do listy pozycji a jedynie zmienia wartość aktualnej pozycji o podaną wartość po przecinki np.

MOV J2,+10	'przemieść ramię w osi drugiej o 10 stopni w kierunku dodatnim
MOV J2,-10	'przemieść ramię w osi drugiej o 10 stopni w kierunku ujemnym
MOV G1,+40	'sterowanie silnikiem +10%

Podczas wywołania komendy MOV do wybranej pozycji Px możliwa jest zmiana parametrów wybranej pozycji poprzez wywołanie działania +/- i podanie osi X/Y/Z lub ramienia J i jego numeru oraz po przecinku podanie wartości przemieszczenia w zadanym kierunku. WYwołanie komendy z pozycją "P0" wywołuje odwołanie do pozycji aktualnej.

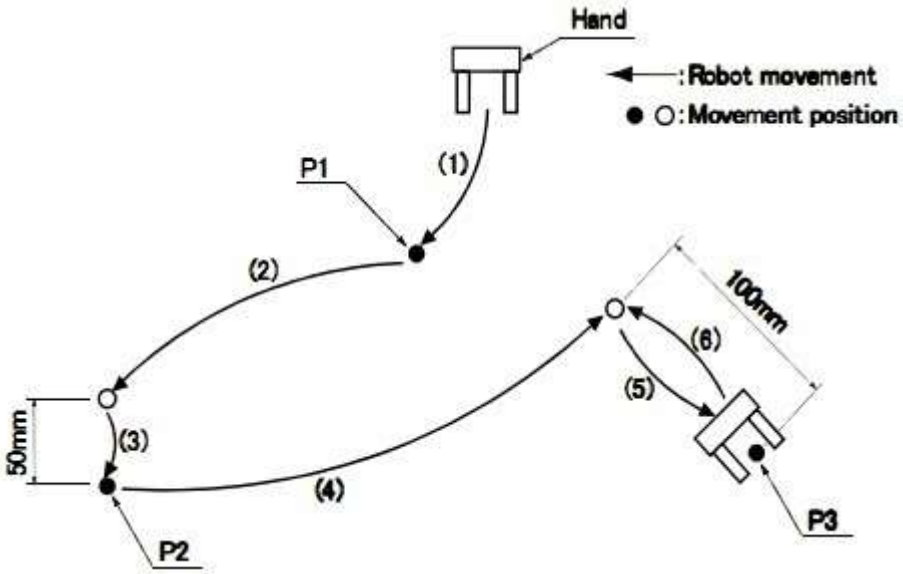
MOV P2- J1,40.1	'ruch do P2, -40 stopni w ramienia J1
MOV P1+ Z,30.1	'ruch do P1, +30 mm w osi Z
MOV P0+ Z,-30.1	'ruch z aktualnej pozycji P0, -30 mm w osi Z
MOV P0- Z,+30.1	'ruch z aktualnej pozycji P0, -30 mm w osi Z
MOV P0	'ruch do pozycji bazowej (orgin)

```
' Opis
10 MOV P7
20 mov P3
30 HCLOSE
```

' Opis
10 MOV P7
20 mov P3
30 HCLOSE

```
' Opis
10 MOV P7
20 MOV P3
30 MOV P2- J1,40.1
40 MOV G1,0
50 MOV P1+ Z,30.1
55 DLY 5
60 MVS P1,5
70 MOV G1,-50
75 DLY 10
80 MOV P0- Z,30.2
85 MOV G1,0
90 END
```

' Opis
10 MOV P7
20 MOV P3
30 MOV P2- J1,40.1
40 MOV G1,0
50 MOV P1+ Z,30.1
55 DLY 5
60 MVS P1,5
70 MOV G1,-50
75 DLY 10
80 MOV P0- Z,30.2
85 MOV G1,0
90 END



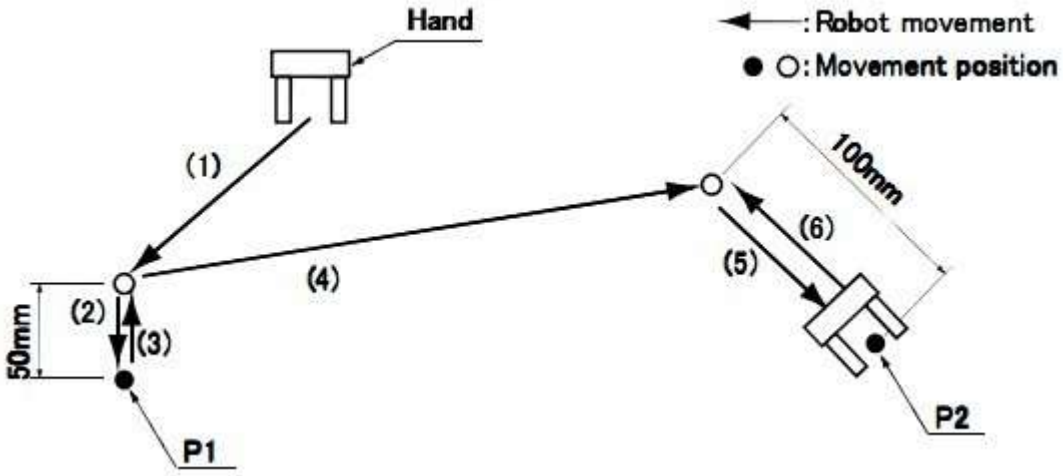
MVS

Kontrola ramienia robota - komenda ruchu

MVS <numer pozycji>,<ilość punktów pośrednich>

Komenda pozwalająca na wykonanie ruchu ramienia robota z aktualnego punktu do punktu docelowego którego współrzędne zostały umieszczone na liście pozycji pod określonym numerem pozycji podanym jako parametr komendy. Trajektoria wykonanego ruchu stanowi linię prostą pomiędzy punktami aktualnym i docelowym z punktami pośrednimi podanymi jako parametr. Ilość punktów pośrednich pozwala na zmianę dokładności odzwierciedlania trajektorii liniowej która zależy również od odległości pomiędzy punktami.

```
' Opis
10 MOV P7
20 mvs P3,12
30 MVS P2,2
```



MVR

Kontrola ramienia robota - komenda ruchu

MVR <numer pozycji pośredniej>,<numer pozycji>,<ilość punktów pośrednich>

Komenda pozwalająca na wykonanie ruchu ramienia robota z aktualnego punktu do punktu docelowego którego współrzędne zostały umieszczone na liście pozycji pod określonym numerem pozycji podanym jako parametr komendy. Trajektoria wykonanego ruchu stanowi wycinek koła wyznaczonego na podstawie trzech punktów aktualnego, pośredniego i docelowego z punktami pośrednimi podanymi jako parametr. Ilość punktów pośrednich pozwala na zmianę dokładności odzwierciedlania trajektorii która zależy również od długości łuku.

MVB <numer pozycji pośredniej>,<numer pozycji>,<ilość punktów pośrednich>

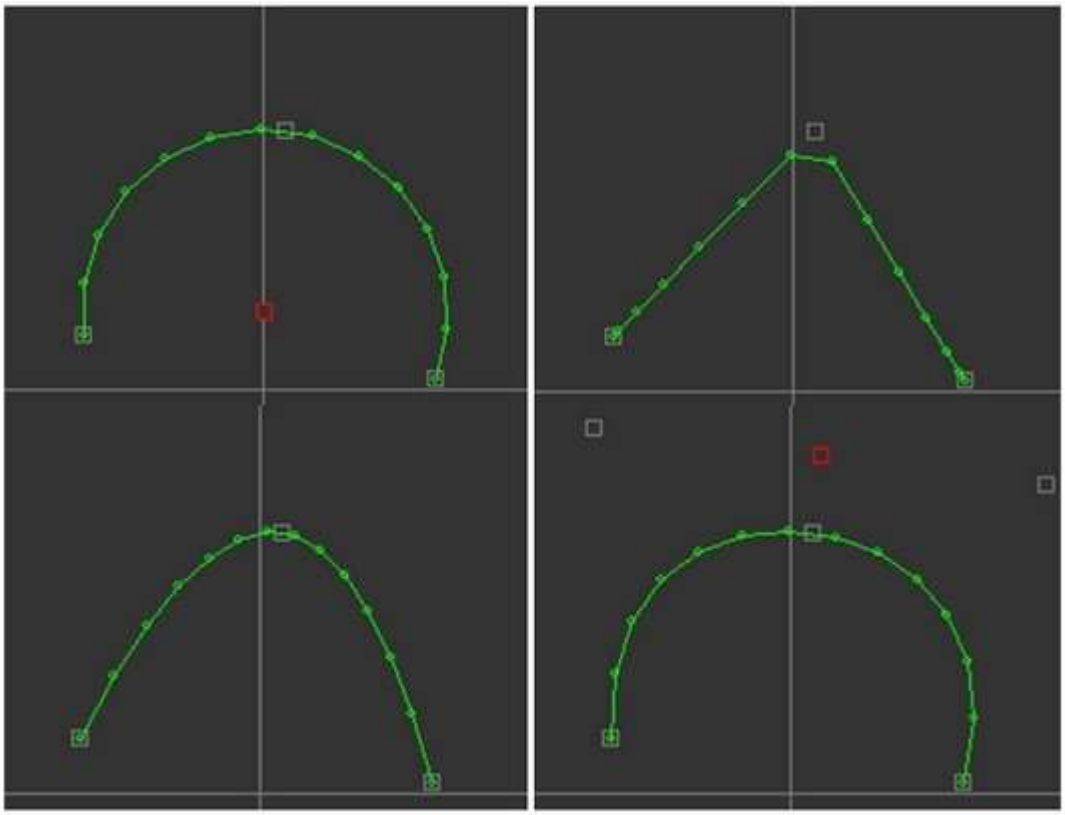
Komendy MVB i MVC pozwalają na wykorzystanie trajektorii wyznaczonej z wykorzystaniem równań Beziera.

MVB - Bezier 3-point Interpolate = Quadratic Bézier curve MVC

- Bezier 4-point Interpolate = Cubic Bézier curve

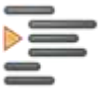
' Opis
10 MOV P7
20 MVR P1,P3,12
30 MVS P2,2
40 MVS P1,P3,8

```
' Opis
10 MOV P7
20 MVR P1,P3,12
30 MVS P2,2
40 MVS P1,P3,8
```



MVR, MVS, MVB and MVC 3-punktowa trajektoria

HOPEN



Kontrola ramienia robota - komenda otwarcia chwytaka

HOPEN

Komenda pozwalająca na wykonanie otwarcia chwyta. Komenda nie wymaga żadnych dodatkowych parametrów. Aplikacja pozwala na sterowanie tylko jednym chwytakiem przypisanym do jednego z 4 wyjść binarnych robota rzeczywistego.

' Opis
10 MOV P7
20 MVS P5,25
30 hclose 'zamknięcie chwytaka
40 mov P3

```
' Opis
10 MOV P7
20 MVS P5,25
30 hclose 'zamknięcie chwytaka
40 mov P3
50 HOPEN 'otwarcie chwytaka
```

50 HOPEN 'otwarcie chwytaka"

HCLOSE

Kontrola ramienia robota - komenda zamknięcia chwytaka

HCLOSE

Komenda pozwalająca na wykonanie zamknięcia chwyta. Komenda nie wymaga żadnych dodatkowych parametrów. Aplikacja pozwala na sterowanie tylko jednym chwytakiem przypisanym do jednego z 4 wyjść binarnych robota rzeczywistego.

```
' Opis
10 MOV P7
20 MVS P5,25
30 hclose 'zamknięcie chwytaka
40 mov P3
50 HOPEN 'otwarcie chwytaka
```

' Opis
10 MOV P7
20 MVS P5,25
30 hclose 'zamknięcie chwytaka
40 mov P3
50 HOPEN 'otwarcie chwytaka

SPD

Kontrola ramienia robota - komenda prędkości ruchu

SPD <prędkość>

Komenda pozwalająca na ustawieniu aktualnej prędkości wyrażonej w procentach maksymalnej prędkości ustawianej dla danego członu. Komenda wymaga podanie parametru prędkości (1 - 200%) bez znaku "%" na końcu podanej wartości typu całkowitego.

' Opis
10 MOV P7
20 MVS P5,25
30 SPD 50 'prędkość 50%
40 mov P3

```
'Opis
10 MOV P7
20 MVS P5,25
30 SPD 50 'prędkość 50%
40 mov P3
50 spd 100 'prędkość 100%
```

50 spd 100 'prędkość 100%

GOTO

Kontrola programu - skok do linii

GOTO <numer linii>

Komenda pozwalająca na wykonanie skoku do zadanej linii programu. Parametr komendy określa numer linii programu wyrażony w liczbie całkowitej.

```
' Opis
10 MOV P7
20 MVS P5,25
30 SPD 50
40 mov P3
50 spd 100
60 goto 10 'skok do linii 10
```

' Opis
10 MOV P7
20 MVS P5,25
30 SPD 50
40 mov P3
50 spd 100
60 goto 10 'skok do linii 10

Korzystając z funkcji *label możliwy jest skok do miejsca umieszczenie znacznika bez konieczności podawania numeru linii dla funkcji GOTO.

```
10 MOV P7
15 *TEST
'test stanu wejścia
'enkodera nr 2 czy > 400
20 IF M_ENC(2)>200 THEN *STOP
30 MOT 1,-50 'silnik -50%"
40 GOTO *TEST
45 *STOP
50 MOT 1,0 'silnik 0%"
```

10 MOV P7
15 *TEST
"test stanu wejscia
"enkodera nr 2 czy > 400
20 IF M_ENC(2)>200 THEN *STOP
30 MOT 1,-50 "silnik -50%"
40 GOTO *TEST
45 *STOP
50 MOT 1,0 "silnik 0%"

Informacja
Po funkcji THEN domyślnie przewidziana jest komenda GOTO, dlatego nie jest konieczne wpisywanie tej komendy np.:
IF M1 THEN GOTO 10 to samo co IF M1 THEN 10.

*label

Kontrola programu - oznaczenie miejsca docelowego dla funkcji GOTO

*<nazwa bez spacji>

Komenda umożliwia ustawienia miejsca docelowego dla wszelkiego rodzaju funkcji skoku jak GOTO *label czy też skróconej wersji IF .. THEN *label.

```
' Opis
10 MOV P7
20 MVS P5,25
30 SPD 50
40 mov P3
50 spd 100
60 goto 10 'skok do linii 10
```

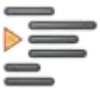
' Opis
10 MOV P7
20 MVS P5,25
30 SPD 50
40 mov P3
50 spd 100
60 goto 10 'skok do linii 10

Korzystając z funkcji *label możliwy jest skok do miejsca umieszczenie znacznika bez konieczności podawania numeru linii dla funkcji GOTO.

```
10 MOV P7
15 *TEST
'test stanu wejścia
'enkodera nr 2 czy > 400
20 IF M_ENC(2)>200 THEN *STOP
30 MOT 1,-50 'silnik -50%"
40 GOTO *TEST
45 *STOP
50 MOT 1,0 'silnik 0%"
```

10 MOV P7
15 *TEST
'test stanu wejścia
'enkodera nr 2 czy > 400
20 IF M_ENC(2)>200 THEN *STOP
30 MOT 1,-50 'silnik -50%"
40 GOTO *TEST
45 *STOP
50 MOT 1,0 'silnik 0%

DLY



Kontrola programu - opóźnienie czasowe

DLY <wartość opóźnienia>

Komenda pozwalająca na wprowadzenie opóźnienia w trakcie przetwarzania kodu programu. Wywołanie komendy pozwala na zatrzymanie przejścia do kolejnej linii na czas o wartości n*0.1 sekundy.

```
10 MOV P7
20 MVS P5,25
30 DLY 20 'opóźnienie ok. 2s
40 mov P3
50 spd 100
60 goto 10 'skok do linii 10
```

10 MOV P7
20 MVS P5,25
30 DLY 20 'opóźnienie ok. 2s
40 mov P3
50 spd 100
60 goto 10 'skok do linii 10

GOSUB

Kontrola programu - skok do podprogramu

GOSUB <numer linii/*nazwa>

Komenda pozwalająca na wykonanie skoku do zadanej linii programu miejsca startu podprogramu stanowiącego wydzieloną część programu zakończonego funkcją powrotu "RETURN". Parametr komendy określa numer linii programu wyrażony w liczbie całkowitej lub nazwę wprowadzonego znacznika "*label".

Podprogram może być wielokrotnie wywoływany a powrót do programu głównego odbywa się w punkcie wywołania co znacząco ułatwia budowanie złożonych programów sterujących.

```
GOSUB *Pick
MOV P2
END
'.. subprogram: pick detal
*Pick
MOV P0 -Z,R1
HCLOSE
MOV P0 +Z,R1
return
```

GOSUB *Pick
MOV P2
END
'.. sub-program: pick detal
*Pick
MOV P0 -Z,R1
HCLOSE
MOV P0 +Z,R1 return

RETURN

Kontrola programu - skok do podprogramu

RETURN

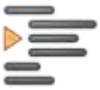
Komenda pozwalająca na wykonanie skoku do zadanej linii programu miejsca startu podprogramu stanowiącego wydzieloną część programu zakończonego funkcją powrotu "RETURN". Parametr komendy określa numer linii programu wyrażony w liczbie całkowitej lub nazwę wprowadzonego znacznika "*label".

Podprogram może być wielokrotnie wywoływany a powrót do programu głównego odbywa się w punkcie wywołania co znacząco ułatwia budowanie złożonych programów sterujących.

```
GOSUB *Pick
MOV P2
END
'.. subprogram: pick detal
*Pick
MOV P0 -Z,R1
HCLOSE
MOV P0 +Z,R1
return
```

GOSUB *Pick
MOV P2
END
'.. sub-program: pick detal
*Pick
MOV P0 -Z,R1
HCLOSE
MOV P0 +Z,R1 return

END



Kontrola programu - zakończenia programu

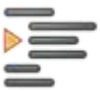
END

Komenda zakończenia przetwarzania programu.

```
10 MOV P7
20 MVS P5,25
30 DLY 20 'opóźnienie ok. 2s
40 mov P3
50 spd 100
60 END 'koniec programu
```

10 MOV P7
20 MVS P5,25
30 DLY 20 'opóźnienie ok. 2s
40 mov P3
50 spd 100
60 END 'koniec programu

Set Counter



Kontrola liczników - operacje na licznikach

M<numer licznika> = <wartość przypisania>

Komenda przypisania umożliwia zapisanie wybranej wartości całkowitej dla jednego z wybranych liczników M1..M8. Przypisanie wymusza podania numeru licznika po jego oznaczeniu np. M1 oraz znaku równości wraz z nową wartością wybranego licznika np. M2=10.

```
10 M1=3 'przypisz M1=3
20 MOV P7
30 mvs P5,25
40 dly 20
50 mov P3
60 INC M1 'zwiększenie M1
70 IF M1=6 THEN 60
80 goto 10 'skok do linii 10
90 END 'koniec programu
```

10 M1=3 'przypisz M1=3
20 MOV P7
30 mvs P5,25
40 dly 20
50 mov P3
60 INC M1 'zwiększenie M1
70 IF M1=6 THEN 60
80 goto 10 'skok do linii 10

90 END 'koniec programu

M<numer licznika> = <wartość obiektu>

Komenda przypisania stanu obiektu umożliwia zapisanie wybranej wartości tj. wartość stanu wejścia analogowego lub stanu enkodera do jednego z wybranych liczników M1..M8. Przypisanie wymusza podania numeru licznika po jego oznaczeniu np. M1 oraz znaku równości wraz z odpowiednim odwołaniem do wybranego obiektu np. M2=M_INA(2). Wykonanie tej komendy pozwala na zapamiętanie aktualnego stanu sygnału do późniejszych operacji.

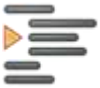
M<numer licznika> = M<numer licznika> +/- <wartość obiektu>

Komenda przypisania oprócz pobrania pojedynczej wartości daje możliwość wykonania działania dodawania lub odejmowania na wybranych obiektach np. M2=M1+M_INA(2).

```
10 M1=20 'przypisz M1=3
20 M2=0
30 MOV P1
40 MVS P2,25
45 DLY 20
50 MOV P1
55 M1=M1+20 'zwiększenie M1
60 IF M1=100 THEN 90
65 M2=M1+M_INA(1)
70 IF M2>200 THEN 90
80 GOTO 10 'skok do linii 10
90 END 'koniec programu"
```

10 M1=20 'przypisz M1=3
20 M2=0
30 MOV P1
40 MVS P2,25
45 DLY 20
50 MOV P1
55 M1=M1+20 'zwiększenie M1
60 IF M1=100 THEN 90
65 M2=M1+M_INA(1)
70 IF M2>200 THEN 90
80 GOTO 10 'skok do linii 10
90 END 'koniec programu

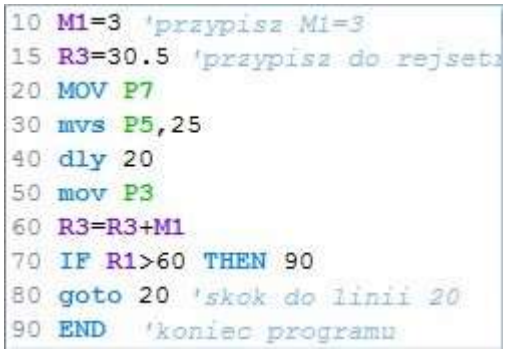
Set Registry



Kontrola rejestrów - operacje na rejestrach

R<numer rejestru> = <wartość przypisania>

Komenda przypisania umożliwia zapisanie wybranej wartości dla jednego z wybranych rejestrów R1..R8. Przypisanie wymusza podania numeru rejestru po jego oznaczeniu np. "R1" oraz znaku równości wraz z nową wartością wybranego rejestru np. R2=10.4.



```
10 M1=3 'przypisz M1=3
15 R3=30.5 'przypisz do rejestru
20 MOV P7
30 mvs P5,25
40 dly 20
50 mov P3
60 R3=R3+M1
70 IF R1>60 THEN 90
80 goto 20 'skok do linii 20
90 END 'koniec programu
```

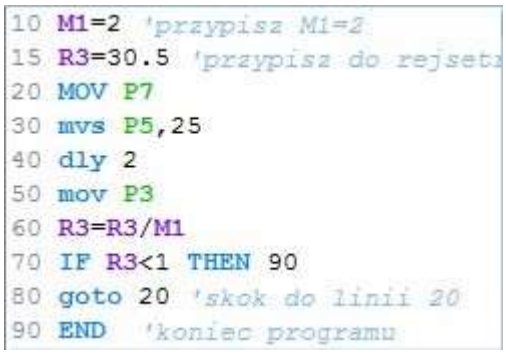
10 M1=3 'przypisz M1=3
15 R3=30.5 'przypisz do rejestru
20 MOV P7
30 mvs P5,25
40 dly 20
50 mov P3
60 R3=R3+M1
70 IF R1>60 THEN 90
80 goto 20 'skok do linii 20
90 END 'koniec programu

R<numer rejestru> = <wartość obiektu>

Komenda przypisania stanu obiektu umożliwia zapisanie wybranej wartości tj. wartość stanu wejścia analogowego, stanu enkodera lub licznika do jednego z wybranych rejestrów R1..R8. Przypisanie wymusza podania numeru rejestru po jego oznaczeniu np. R1 oraz znaku równości wraz z odpowiednim odwołaniem do wybranego obiektu np. R2=M3. Wykonanie tej komendy pozwala na zapamiętanie aktualnego stanu sygnału do późniejszych operacji.

R<numer rejestru> = R/M<numer licznika> +/- <wartość obiektu>

Komenda przypisania oprócz pobrania pojedynczej wartości daje możliwość wykonania działania dodawania, odejmowania, mnożenia i dzielenia na wybranych obiektach np. R2=R1+M3.



```
10 M1=2 'przypisz M1=2
15 R3=30.5 'przypisz do rejestru
20 MOV P7
30 mvs P5,25
40 dly 2
50 mov P3
60 R3=R3/M1
70 IF R3<1 THEN 90
80 goto 20 'skok do linii 20
90 END 'koniec programu
```

10 M1=2 'przypisz M1=2
15 R3=30.5 'przypisz do rejestru
20 MOV P7
30 mvs P5,25
40 dly 2
50 mov P3
60 R3=R3/M1
70 IF R3<1 THEN 90
80 goto 20 'skok do linii 20
90 END 'koniec programu

Rejestr jako parametr

Rejestr może być wykorzystywany jako komórka pamięci do porównań lub obliczeń jak również może stanowić parametr w funkcji ruchu "MOV" np. MOV P3 - X,R1

INC

Kontrola liczników - zwiększenie wartości licznika

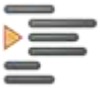
INC M<numer licznika>

Komenda zwiększenie wartości licznika (increment counter) umożliwia dodanie do stanu wybranego licznika M1..M4 wartości "+1". Parametrem komendy jest litera oznaczająca licznik "M" oraz numer wybranego licznika po jego oznaczeniu np. "M1". Inną metodą zmiany wartości licznika jest zastosowanie działania matematycznego w postaci np. M1=M1+1. w metodzie tej można zmienić wartość licznika o dowolną liczbę całkowitą z przedziału 1..255 jak również wykorzystać do zmiany wartości inny licznik stanowiący parametr przypisania np. M2=M1+5.

```
10 M1=3 'przypisz M1=3
15 DEC M1 'zmniejszenie M1
20 MOV P7
30 mvs P5,25
40 dly 20
50 mov P3
60 INC M1 'zwiększenie M1
70 IF M1=6 THEN 90
80 goto 20 'skok do linii 20
90 END 'koniec programu
```

10 M1=3 'przypisz M1=3
15 DEC M1 'zmniejszenie M1
20 MOV P7
30 mvs P5,25
40 dly 20
50 mov P3
60 INC M1 'zwiększenie M1
70 IF M1=6 THEN 90
80 goto 20 'skok do linii 20
90 END 'koniec programu

DEC



Kontrola liczników - zmniejszenie wartości licznika

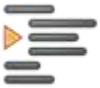
DEC M<numer licznika>

Komenda zmniejszenia wartości licznika (decrement counter) umożliwia odjęcie od stanu wybranego licznika M1..M4 wartości "-1". Parametrem komendy jest litera oznaczająca licznik "M" oraz numer wybranego licznika po jego oznaczeniu np. "M1". Inną metodą zmiany wartości licznika jest zastosowanie działania matematycznego w postaci np. M1=M1-1. W metodzie tej można zmienić wartość licznika o dowolną liczbę całkowitą z przedziału 1..255 jak również wykorzystać do zmiany wartości inny licznik stanowiący parametr przypisania np. M2=M1-5.

```
10 M1=3 'przypisz M1=3
15 DEC M1 'zmniejszenie M1
20 MOV P7
30 mvs P5,25
40 dly 20
50 mov P3
60 INC M1 'zwiększenie M1
70 IF M1=6 THEN 90
80 goto 20 'skok do linii 20
90 END 'koniec programu
```

10 M1=3 'przypisz M1=3
15 DEC M1 'zmniejszenie M1
20 MOV P7
30 mvs P5,25
40 dly 20
50 mov P3
60 INC M1 'zwiększenie M1
70 IF M1=6 THEN 90
80 goto 20 'skok do linii 20
90 END 'koniec programu

IF THEN



Kontrola porównania - test stanu obiektu

IF <obiekt porównania><znak porównania><znak stanu> THEN <GOTO> <numer linii>

Komenda pozwala na dokonanie porównania wartości wybranego obiektu (licznik, rejestr, wejście binarne, wejście analogowe, enkoder), którego numer przybiera określaną formę np. (wejście M_IN(<Numer wejścia>) lub licznik - M<numer licznika>). Porównanie wymaga podania znaku porównania (w przypadku wejść binarnych jest to znak "=" dla pozostałych "<","=",">") oraz znaku stanu lub wartości. Znak stanu określa ustawienie stanu wejścia "0" stan niski (nieaktywne wejście) "1" stan wysoki (aktywne wejście) natomiast wartość w przypadku licznika, wejścia analogowego lub enkodera może być liczbą całkowitą, dla rejestru wartości całkowitą. Jeśli wynik porównania jest prawdziwy wówczas następuje przeskok do linii której numer zamieszczony jest po słowach "THEN GOTO". Domyślna reakcją jest przeskok do wybranej linii programu dlatego nie jest konieczne wpisywania komendy "GOTO" po znaczniku "THEN".

Komenda oprócz porównania obiektu ze stałą wartością pozwala również na porównywanie dwóch wybranych obiektów typu licznik, rejestr, wejście binarne, wejście analogowe czy enkoder.

IF M1=6 THEN GOTO 60 "warunek skoku do linii 60 (z komendy GOTO)"

IF M1=6 THEN 60 "warunek skoku do linii 60 (bez komendy GOTO)"

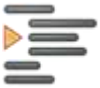
IF M1=6 THEN
GOTO 60 "warunek skoku do linii 60 (w oddzielnych liniach)"

IF M1<6 THEN
MOV P1
MOV P2 "ruch do pozycji P1 jeśli spełniony warunek M1=6, i ruch do pozycji P2. Jeżeli M1 inne od 6 ruch tylko do pozycji P2"

```
10 M1=3 'przypisz M1=3
20 MOV P7
30 mvs P5,25
40 dly 20
50 mov P3
60 INC M1 'zwiększenie M1
70 IF M1=6 THEN 60
80 goto 10 'skok do linii 10
90 END 'koniec programu
```

10 M1=3 'przypisz M1=3
20 MOV P7
30 mvs P5,25
40 dly 20
50 mov P3
60 INC M1 'zwiększenie M1
70 IF M1=6 THEN 60
80 goto 10 'skok do linii 10
90 END 'koniec programu

WAIT



Kontrola porównania - test stanu obiektu

WAIT <obiekt porównania><znak porównania><znak stanu>

Komenda pozwala na dokonanie porównania wartości wybranego obiektu (licznik, rejestr, wejście binarne, wejście analogowe, enkoder), którego numer przybiera określaną formę np. (wejście M_IN(<Numer wejścia>) lub licznik - M<numer licznika>). Porównanie wymaga podania znaku porównania (w przypadku wejść binarnych jest to znak "=" dla pozostałych "<","=",">") oraz znaku stanu lub wartości. Znak stanu określa ustawienie stanu wejścia "0" stan niski (nieaktywne wejście) "1" stan wysoki (aktywne wejście) natomiast wartość w przypadku licznika, wejścia analogowego lub enkodera może być liczbą całkowitą, dla rejestru wartości całkowitą. Jeśli wynik porównania jest prawdziwy wówczas następuje przeskok do linii której numer zamieszczony jest po słowach "THEN GOTO". Domyślna reakcją jest przeskok do wybranej linii programu dlatego nie jest konieczne wpisywania komendy "GOTO" po znaczniku "THEN".

Komenda oprócz porównania obiektu ze stałą wartością pozwala również na porównywanie dwóch wybranych obiektów typu licznik, rejestr, wejście binarne, wejście analogowe czy enkoder.

```
WAIT M1=6
MOV P1
*TEST
IF M1=6 THEN *NEXT
GOTO *TEST
*NEXT
MOV P1
```

"oczekiwanie na spełnienie warunku M1 = 6 po którym następuje przejście do komendy MOV P1"

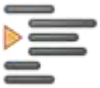
"pętla testująca oczekiwania na spełnienie warunku M1=6, po spełnieniu warunku przeskok do komendy MOV P1"

```
'bazowanie osi
M1=0
R1=0.0

*BAZA
MOT 1,-100 'ruch >> min
Wait M_IN(3)=1 'czekaj na I3
MOT 1,0
M_ENC(1)=0 '(zerowanie enkodera
DLY 40
'.....................
```

'bazowanie osi
M1=0
R1=0.0

*BAZA
MOT 1,-100 'ruch >> min
Wait M_IN(3)=1 'czekaj na I3
MOT 1,0
M_ENC(1)=0 '(zerowanie enkodera 1)
DLY 40

M_IN



Kontrola IO - test stanu wejścia

M_IN(<numer wejścia>)<znak porównania><znak stanu>

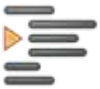
Komenda pozwala na sprawdzenie wartości stanu wybranego wejścia którego numer znajduje się w nawiasach. Porównanie wymaga podania znaku porównania (w przypadku wejść jest to znak "=") oraz znaku stanu. Znak stanu określa ustawienie stanu wejścia "0" stan niski (nieaktywne wejście) "1" stan wysoki (aktywne wejście).

Komenda występuje wyłącznie z komendą IF .. THEN dzięki której wynik porównania wymusza przeskok do wybranej linii programu. Domyślnie porównanie w funkcji IF dotyczy wartości "1" zatem IF M1=1 THEN.. działa taka samo jak IF M1 THEN..

```
10 M_OUT(1)=0 'zerowanie O1
20 MOV P7
30 mvs P5,25
40 dly 20
50 mov P3
60 spd 100
' test wejścia I1
70 IF M_IN(1)=1 THEN 10
80 M_OUT(1)=1  'ustawienie O1
90 END
```

10 M_OUT(1)=0 'zerowanie O1
20 MOV P7
30 mvs P5,25
40 dly 20
50 mov P3
60 spd 100
' test wejścia I1
70 IF M_IN(1)=1 THEN 10
80 M_OUT(1)=1 'ustawienie O1
90 END

M_OUT



Kontrola IO - przypisanie stanu wyjścia

M_OUT(<numer wyjścia>)=<znak stanu>

Komenda pozwala na przypisanie wartości stanu wybranego wyjścia którego numer znajduje się w nawiasach. Znak stanu określa ustawienie stanu wyjścia "0" stan niski (wyłączenie wyjścia)"1" stan wysoki (włączenie wyjścia).

```
10 M_OUT(1)=0 'zerowanie O1
20 MOV P7
30 mvs P5,25
40 dly 20
50 mov P3
60 spd 100
' test wejścia I1
70 IF M_IN(1)=1 THEN 10
80 M_OUT(1)=1  'ustawienie O1
90 END
```

10 M_OUT(1)=0 'zerowanie O1
20 MOV P7
30 mvs P5,25
40 dly 20
50 mov P3
60 spd 100
' test wejścia I1
70 IF M_IN(1)=1 THEN 10
80 M_OUT(1)=1 'ustawienie O1
90 END

M_INA

Kontrola IO - test stanu wejścia analogowego

M_INA(<numer wejścia>)<znak porównania><znak stanu>

Komenda pozwala na sprawdzenie wartości stanu wybranego wejścia analogowego którego numer znajduje się w nawiasach. Porównanie wymaga podania znaku porównania <, = lub > oraz wartości do porównania.

Komenda występuje najczęściej z komendą IF .. THEN dzięki której wynik porównania wymusza przeskok do wybranej linii programu.

Możliwe jest przepisanie wartości aktualnego stanu do jednego z wybranych liczników M1..M8

```
10 MOV P1
'test stanu wejscia
'analogowego nr 5 czy > 400
20 IF M_INA(5)>200 THEN 40
30 MOV G1,-50 'silnik -20%"
40 GOTO 20
50 MOV G1,0 'silnik 0%"
'przepisanie wejscia analogoweg
'nr 4 do licznika M2
60 M2=M_INA(4)
90 END 'koniec programu
```

10 MOV P1
'test stanu wejścia
'analogowego nr 5 czy > 400
20 IF M_INA(5)>200 THEN 40
30 MOV G1,-50 'silnik -20%"
40 GOTO 20
50 MOV G1,0 'silnik 0%"
'przepisanie wejścia analogowego
'nr 4 do licznika M2
60 M2=M_INA(4) 90
END 'koniec programu

M_ENC

Kontrola IO - test stanu wejścia enkodera

M_ENC(<numer enkodera>)<znak porównania><wartość porównania>

Komenda pozwala na sprawdzenie wartości stanu wybranego wejścia enkodera którego numer znajduje się w nawiasach. Porównanie wymaga podania znaku porównania <, = lub > oraz wartości do porównania.

Komenda występuje najczęściej z komendą IF .. THEN dzięki której wynik porównania wymusza przeskok do wybranej linii programu.

Możliwe jest przepisanie wartości aktualnego stanu do jednego z wybranych liczników M1..M8

10 MOV P1

```
10 MOV P1
'test stanu wejscia
'enkodera nr 2 czy > 400
20 IF M_ENC(2)>200 THEN 50
30 MOV G1,-50 'silnik -20%
40 GOTO 20
50 MOV G1,0 'silnik 0%
'przepisanie wejscia enkodera
'nr 1 do licznika M2
60 M2=M_ENC(1)
90 END 'koniec programu
```

'test stanu wejścia
'enkodera nr 2 czy > 400
20 IF M_ENC(2)>200 THEN 50
30 MOV G1,-50 'silnik -20%
40 GOTO 20
50 MOV G1,0 'silnik 0%
'przepisanie wejścia enkodera
'nr 1 do licznika M2
60 M2=M_ENC(1) 90
END 'koniec programu

MOT

Kontrola IO - przypisanie stanu silnika

MOT <numer silnika>,<znak kierunku +/-><wartość procentowa 0..100%>

Komenda pozwala na włączenie i wyłączenie silnika podłączonego do wybranego portu oraz określenie kierunku obrotów jak i ich prędkości.

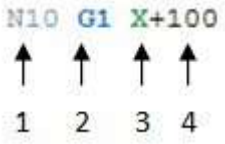
```
10 MOV P1
'test stanu wejscia
'enkodera nr 2 czy > 400
20 IF M_ENC(2)>200 THEN 50
30 MOT 1,-50 'silnik -50%
40 GOTO 20
50 MOT 1,0 'silnik 0%
90 END
```

10 MOV P1
'test stanu wejscia
'enkodera nr 2 czy > 400
20 IF M_ENC(2)>200 THEN 50
30 MOT 1,-50 'silnik -50%
40 GOTO 20
50 MOT 1,0 'silnik 0%
90 END

Język G-Code

Program pisany w języku G-Code opiera się na numerowanych kolejno liniach, gdzie w każdej realizowane jest jedno polecenie.

Przykład składni pojedynczej linii



1 - numer linii

2 - komenda

3 - parametr instrukcji

4 - wartość parametru

Klasyfikacja znaków i zmiennych używanych w programie:

M/G - znak komendy;

N - zmienna numeru linii (np. N12);

Spacja ( ) - oddziela poszczególne elementy składowe linii;

Przecinek (+/-) - znak wartości parametru;

Apostrof (;) - otwiera komentarz;

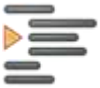
G0 X10 Y20 G0 X20 Y20	Parametry które nie zmieniają swojej wartości nie muszą być podawane np. w drugiej linii Y20 nie jest konieczny.
G1 X10 Y20 G1 X20 G2 X10 Y20 R6	Komendy obowiązują do odwołania/zmiany np. w drugiej linii komenda G1 nie jest konieczna.
G0 X+1 Y2.1 G0 X.20 Y-6	Wartości ułamkowe podawane ze znakiem ".", wartość typu 0.2 można zapisać jako .2, znak "+" dla wartości dodatnich nie jest konieczny.

Dostępne komendy

Dostępne komendy

Rodzaj komendy	Nazwa	Symbol
Kontrola ruchu	Ruch ustawczy	G00
	Ruch po trajektorii liniowej	G01
	Ruch po trajektorii kołowej	G02
	Ruch po trajektorii kołowej	G03
	Ruch po trajektorii spiralnej	Spirala
	Otwarcie chwytaka	M10
	Zamknięcie chwytaka	M11
Kontrola programu	Opóźnienie	G04
Ustawienie płaszczyzny XY		G17
Ustawienie płaszczyzny XZ		G18
Ustawienie płaszczyzny YZ		G19
	Wybranie układu współrzędnych robota	G53
	Wybranie układu współrzędnych użytkownika	G54
	Zakończenie programu	M02
	Zakończenie programu	M30

G00



Kontrola ramienia robota - komenda ruchu

G00 X_ Y_ Z_ A_ B_ C_

Funkcja ruchu ustawczego. Wywołuje ruch do wskazanego punktu z maksymalną, określoną w danych maszynowych, prędkością. Współrzędne X,Y,Z,A,B,C określają punkt końcowy końcowy ruchu. Nie należy wykorzystywać tej funkcji w trakcie obróbki materiału.

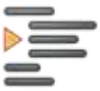
Uwaga

Parametry A, B i C zostały zaadoptowane do zmiany kąta podejścia chwytaka

```
N010 G17
N020 G54
N030 G00 X0 Y0
N040 G04 P5
N050 G01 Y100
N060 G01 Y200 X100
N070 G01 X0
N080 G01 X100 Y100
```

N010 G17
N020 G54
N030 G00 X0 Y0
N040 G04 P5
N050 G01 Y100
N060 G01 Y200 X100
N070 G01 X0 N080
G01 X100 Y100

G01



Kontrola ramienia robota - komenda ruchu

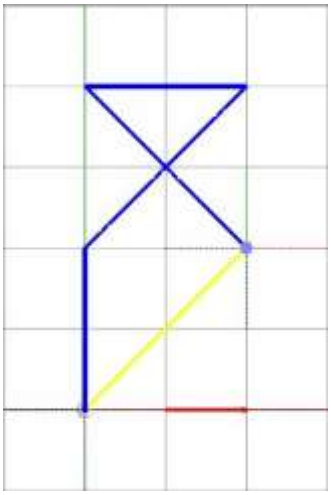
G01 X_ Y_ Z_ A_ B_ C_

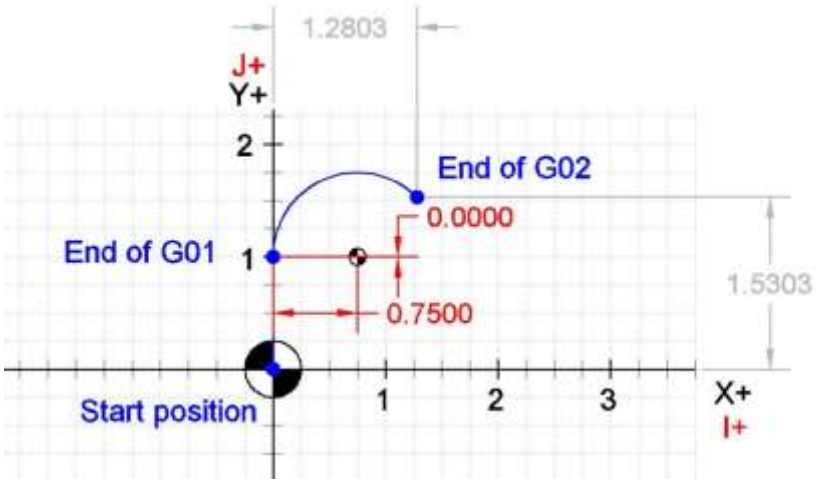
Ruch roboczy z ustalonym posuwem F. Efektem wywołania funkcji jest ruch liniowy do wskazanego punktu z określoną prędkością (nie większą niż maksymalna maszyny).

Uwaga
Parametry A, B i C zostały zaadoptowane do zmiany kąta podejścia chwytaka

```
G17
G54
G00 X0 Y0;
G01 Y100;
G01 X100 Y200;
G01 X0
G01 X100 Y100;
```

G17
G54
G00 X0 Y0;
G01 Y100;
G01 X100 Y200;
G01 X0
G01 X100 Y100;

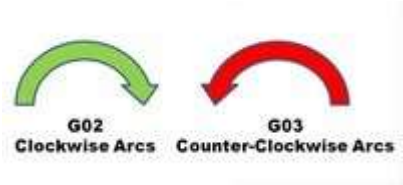




G02

Kontrola ramienia robota - komenda ruchu

G02 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_ R_



Funkcja łuku, okręgu. Programuje ruch wzdłuż łuku w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, w płaszczyźnie określonej przez funkcje G17(X,Y), G18(Z,X) lub G19(Y,Z). Efektem wywołania funkcji jest ruch po wycinku okręgu o poronieniu R łączącym punkt początkowy z punktem o wsp. X,Y,Z. Promień można zdefiniować bezpośrednio jako wartość R lub pośrednio za pomocą współrzędnych I,J i K. Wartości I,J,K określają współrzędne środka okręgu względem punktu początkowego.

Dostępne są dwie metody ruchu po okręgu: metoda R (promienia) i metoda I, J, K (środka okręgu).

Metoda R

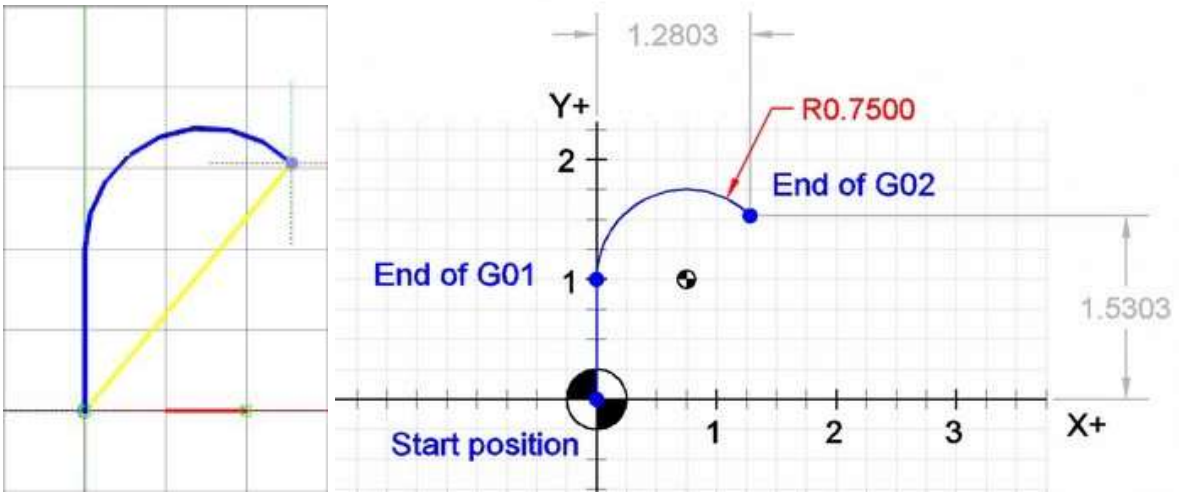
Metoda ta pozwala przemieszczać ramię po łuku/okręgu poprzez podanie końcowego punktu łuku oraz promienia. Promień może mieć wartość dodatnią lub ujemną co wpływa na wybór jednego z dwóch okręgów.

Informacja
Na podstawie współrzędnych dwóch punktów i promienia przy z góry określonej płaszczyźnie można wyznaczyć dwa środki okręgów. W szczególnych przypadkach występuje tylko jeden okrąg gdy promień jest równy połowie odległości punktów lub nawet żadnego okręgu gdy promień jest mniejszy od połowy odległości pomiędzy punktami.

Promień dodatni

```
G17
G54
G00 X0 Y0;
G01 Y100;
G02 X128.03 Y153.03 R75.0;
```

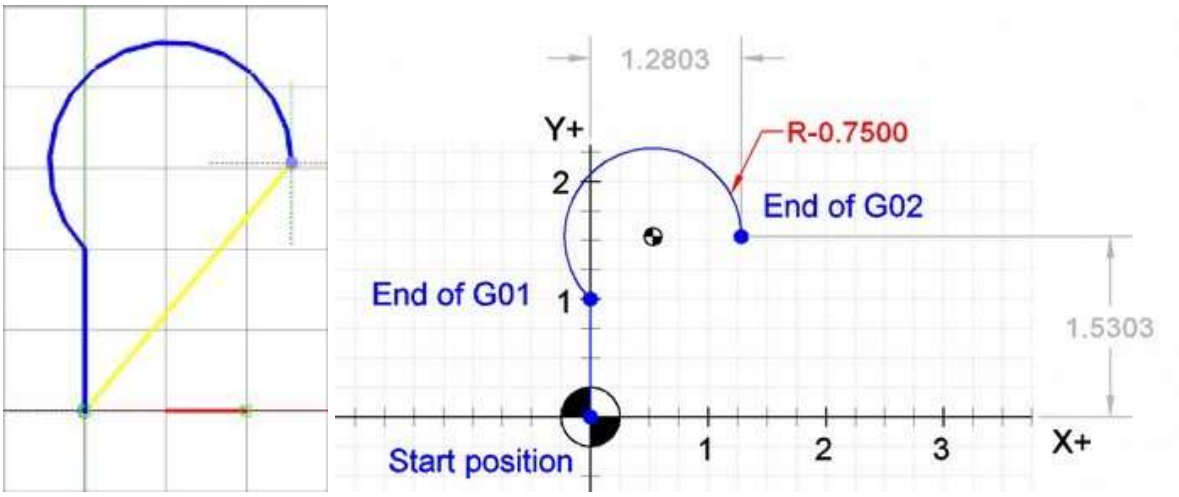
G17
G54
G00 X0 Y0;
G01 Y100;
G02 X128.03 Y153.03 R75.0;



Promień ujemny

```
G17
G54
G00 X0 Y0;
G01 Y100;
G02 X128.03 Y153.03 R-75.0;
```

G17
G54
G00 X0 Y0;
G01 Y100;
G02 X128.03 Y153.03 R-75.0;

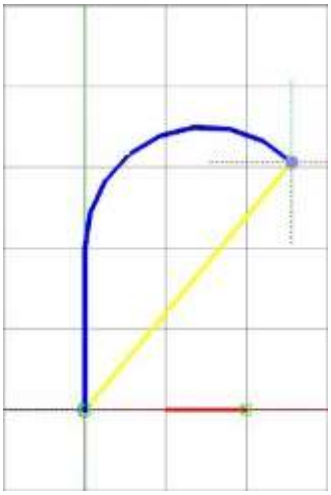


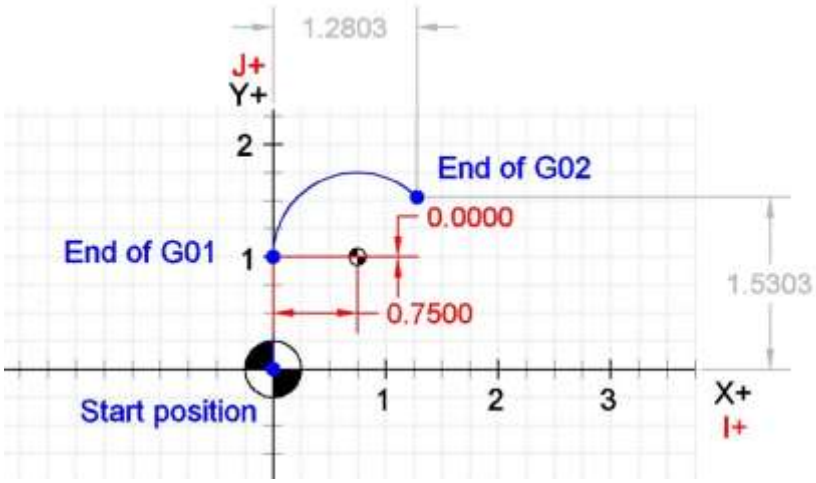
Metoda I, J, K

Metoda ta pozwala przemieszczać ramię po łuku/okręgu poprzez podanie końcowego punktu łuku przesunięcia środka okręgu względem punktu startu. Do przesunięcia służą parametry I, J i K których wybór jest uzależniony od płaszczyzny w której wykonywany jest ruch po okręgu np. dla płaszczyzny XY (funkcja G17) dostępne są parametry I oraz J.

```
G17
G54
G00 X0 Y0;
G01 Y100;
G02 X128.03 Y153.03 I75.0;
```

G17
G54
G00 X0 Y0;
G01 Y100;
G02 X128.03 Y153.03 I75.0;

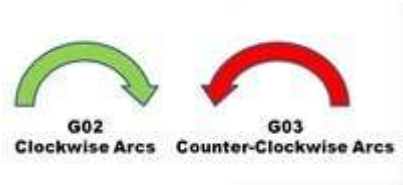




G03

Kontrola ramienia robota - komenda ruchu

G03 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_ R_



Funkcja łuku, okręgu. Programuje ruch wzdłuż łuku w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara. Pozostałe parametry identyczne jak w przypadku G2

Dostępne są dwie metody ruchu po okręgu: metoda R (promienia) i metoda I, J, K (środka okręgu).

Metoda R

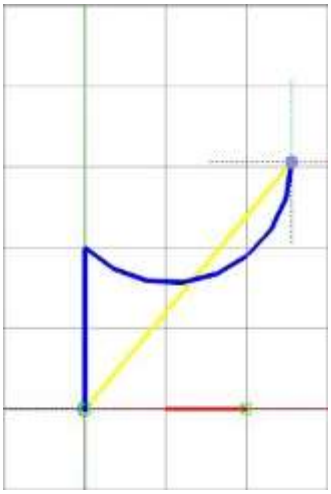
Metoda ta pozwala przemieszczać ramię po łuku/okręgu poprzez podanie końcowego punktu łuku oraz promienia. Promień może mieć wartość dodatnią lub ujemną co wpływa na wybór jednego z dwóch okręgów.

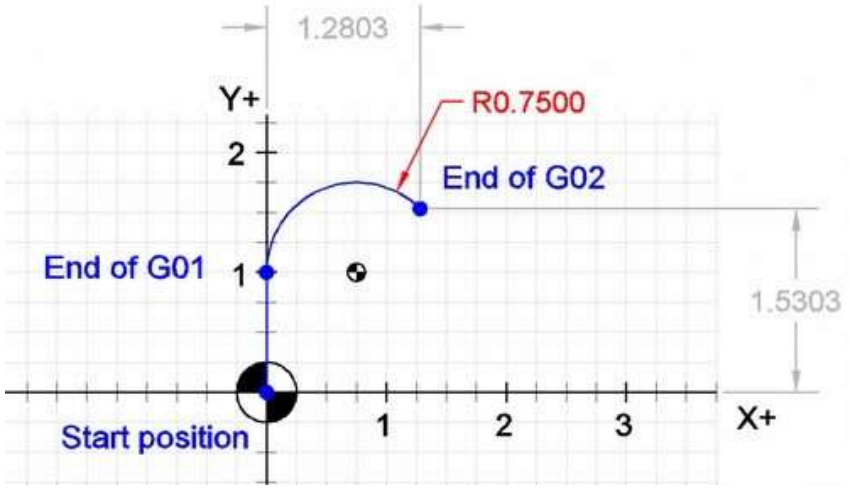
Informacja
Na podstawie współrzędnych dwóch punktów i promienia przy z góry określonej płaszczyźnie można wyznaczyć dwa środki okręgów. W szczególnych przypadkach występuje tylko jeden okrąg gdy promień jest równy połowie odległości punktów lub nawet żadnego okręgu gdy promień jest mniejszy od połowy odległości pomiędzy punktami.

Promień dodatni

```
G17
G54
G00 X0 Y0;
G01 Y100;
G03 X128.03 Y153.03 R75.0;
```

G17
G54
G00 X0 Y0;
G01 Y100;
G03 X128.03 Y153.03 R75.0;



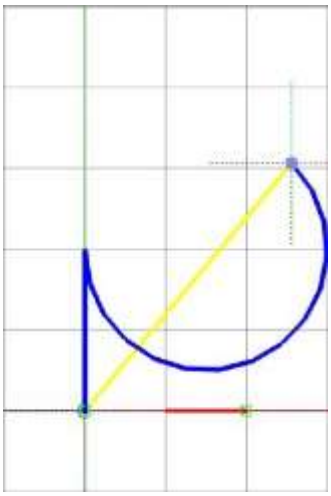


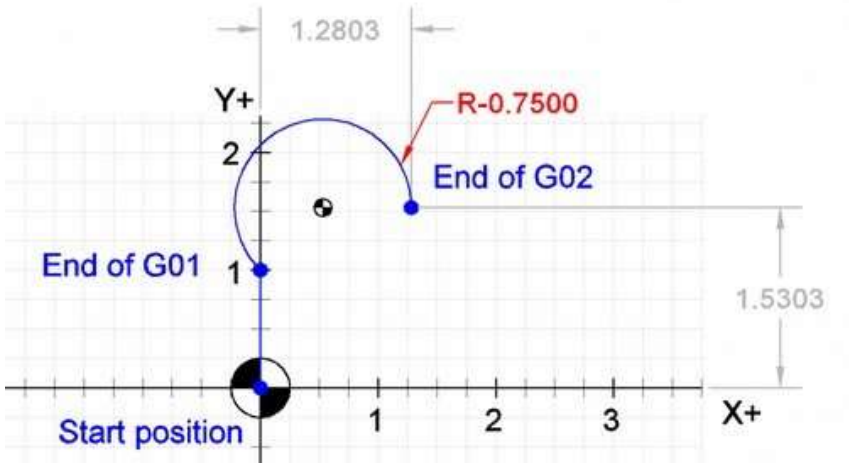
Promień ujemny

G17
G54

```
G17
G54
G00 X0 Y0;
G01 Y100;
G03 X128.03 Y153.03 R-75.0;
```

G00 X0 Y0;
G01 Y100;
G03 X128.03 Y153.03 R-75.0;





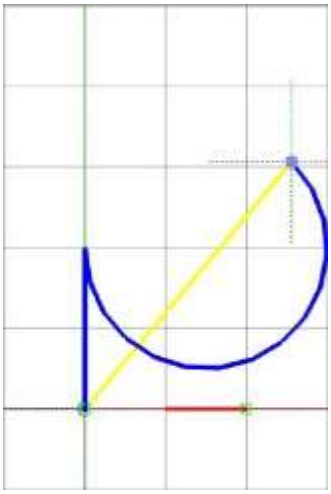
Metoda I, J, K

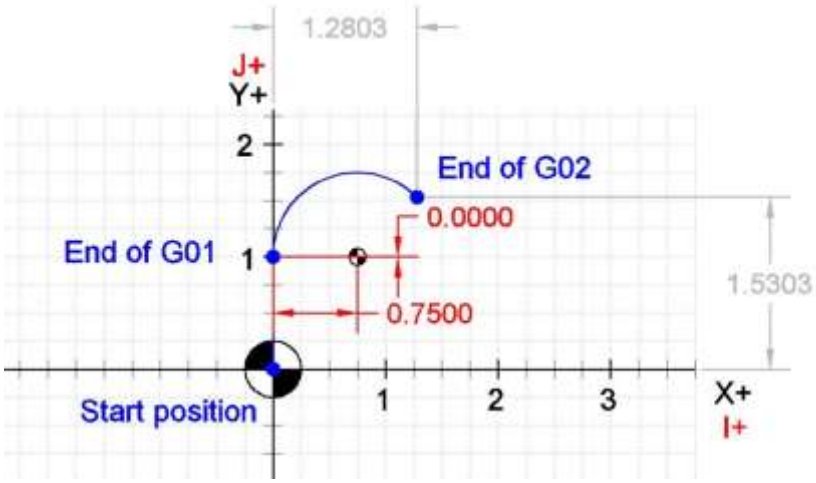
Metoda ta pozwala przemieszczać ramię po łuku/okręgu poprzez podanie końcowego punktu łuku przesunięcia środka okręgu względem punktu startu. Do przesunięcia służą parametry I, J i K których

wybór jest uzależniony od płaszczyzny w której wykonywany jest ruch po okręgu np. dla płaszczyzny XY (funkcja G17) dostępne są parametry I oraz J.

```
G17
G54
G00 X0 Y0;
G01 Y100;
G03 X128.03 Y153.03 I75.0;
```

G17
G54
G00 X0 Y0;
G01 Y100;
G03 X128.03 Y153.03 I75.0;





Spirala

Kontrola ramienia robota - komenda ruchu po spirali

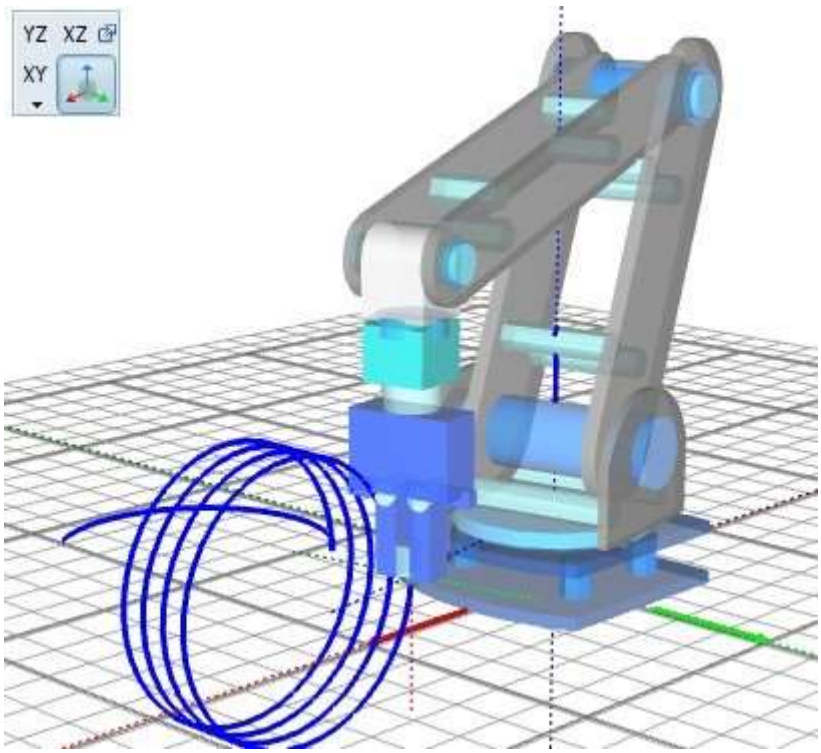
G02/G03 X_ Y_ Z_ I_ J_ K_ R_

Funkcja ruchu po spirali jest rozszerzeniem funkcji ruchu po łuku/okręgu. Wykorzystując w danej płaszczyźnie dodatkową współrzędną można wymusić ruch po łuku w przestrzeni a nie tylko po płaszczyźnie. np. rysując okrąg w płaszczyźnie XY G17 rysując łuk okręgu wystarczy jako parametry końca łuku podać współrzędne X i Y. Podając dodatkowe współrzędną Z daje możliwość przesuniecie płaszczyzny o ta wartość i wykonanie fragmentu spirali. Przykład szkicowania

```
;---------------
; SPIRALA YZ
G17
G2 X100 Y-20 R50
G18
G2 X200 Y-15 R50
G2 X100 Y-10 R50
G2 X200 Y-5 R50
G2 X100 Y0 R50
G2 X200 Y+5 R50
G2 X100 Y10 R50
G2 X200 Y15 R50
G2 X100 Y20 R50

M30
```

;----------
; SPIRALA YZ
G17
G2 X100 Y-20 R50
G18
G2 X200 Y-15 R50
G2 X100 Y-10 R50
G2 X200 Y-5 R50
G2 X100 Y0 R50
G2 X200 Y+5 R50
G2 X100 Y10 R50
G2 X200 Y15 R50
G2 X100 Y20 R50

M30



G04

Kontrola programu - opóźnienie czasowe

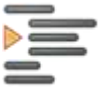
G04 P_

Funkcja czasowego postoju. Czasowe zatrzymanie wykonywania programu. Czas zatrzymania określa się w sekundach za pomocą parametru P.

```
G17
G54
G00 X0 Y0;
G04 P5
G01 Y100;
G01 Y200 X100;
G01 X0
G01 X100 Y100;
```

G17
G54
G00 X0 Y0
G04 P5
G01 Y100
G01 Y200 X100
G01 X0
G01 X100 Y100

G17



Kontrola programu - ustawienie aktywnej płaszczyzny

G17

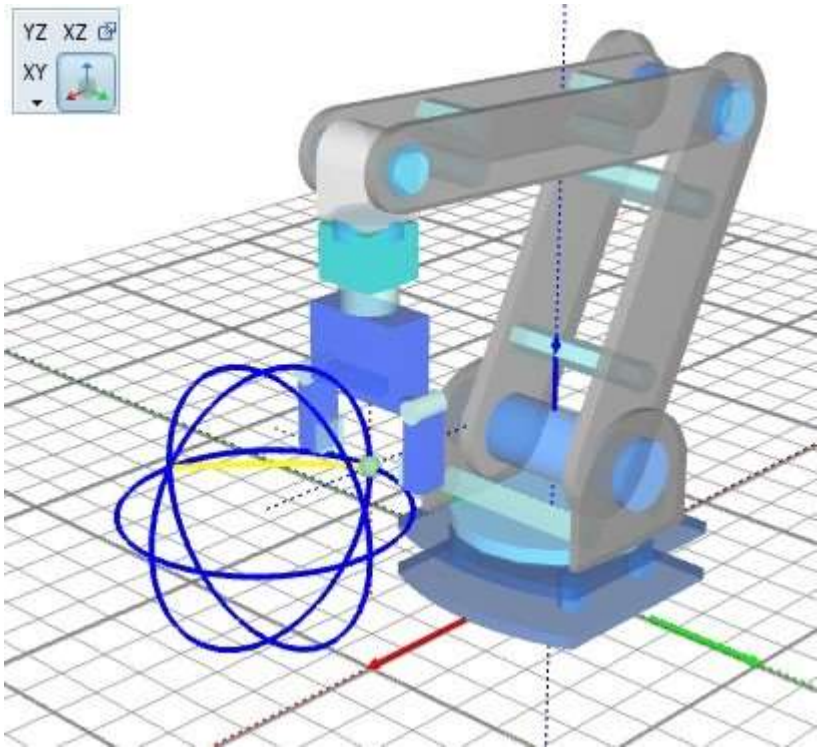
Ustawienie płaszczyzny XY jako aktywnej. Dla interpolacji kołowej jak i w przypadku cykli wiercenia koniecznym jest określenie aktywnej płaszczyzny.

Przykład szkicu okręgów w trzech różnych płaszczyznach.

```
;----------------
; SPHERE
G0 Z80 Y-50 X150
G2 X150 Y50 R50
G2 X150 Y-50 R50
G19
G2 Y50 R50
G2 Y-50 R50
G17
G2 X100 Y0 R50
G18
```

```
; SPHERE
G0 Z80 Y-50 X150
G2 X150 Y50 R50
G2 X150 Y-50 R50
G19
G2 Y50 R50
G2 Y-50 R50
G17
G2 X100 Y0 R50
G18
G2 X200 R50
G2 X100 R50
M30
```

G2 X200 R50
G2 X100 R50
M30



G18

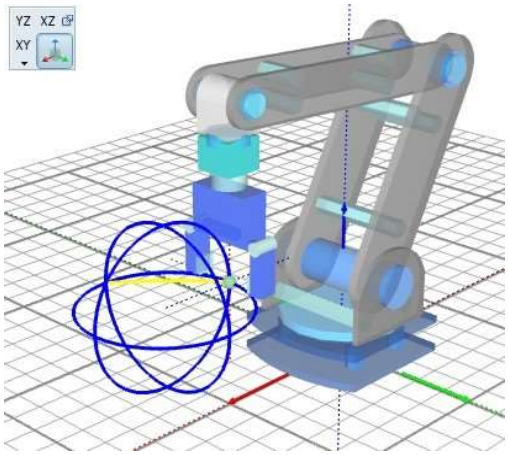
Kontrola programu - ustawienie aktywnej płaszczyzny

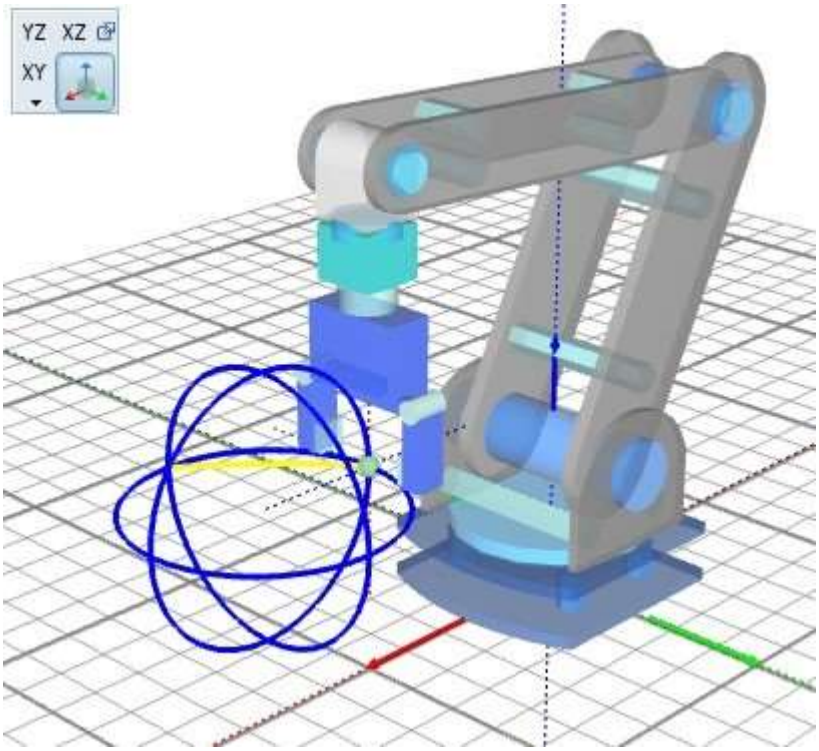
G18

Ustawienie płaszczyzny XZ jako aktywnej. Dla interpolacji kołowej jak i w przypadku cykli wiercenia koniecznym jest określenie aktywnej płaszczyzny.

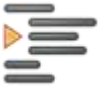
Przykład szkicu okręgów w trzech różnych płaszczyznach.

```
;----------------
; SPHERE
G0 Z80 Y-50 X150
G2 X150 Y50 R50
G2 X150 Y-50 R50
G19
G2 Y50 R50
G2 Y-50 R50
G17
G2 X100 Y0 R50
G18
G2 X200 R50
G2 X100 R50
M30
```





G19

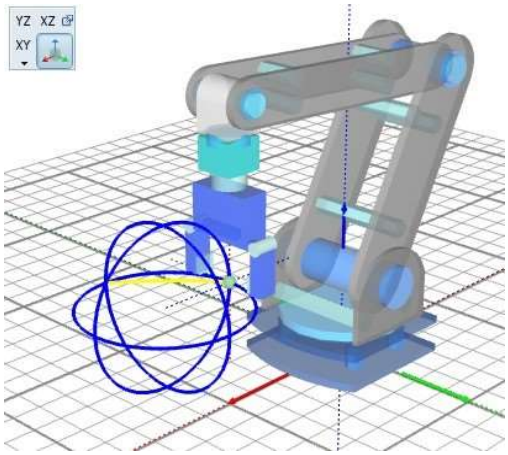


Kontrola programu - ustawienie aktywnej płaszczyzny

G19

Ustawienie płaszczyzny YZ jako aktywnej. Dla interpolacji kołowej jak i w przypadku cykli wiercenia koniecznym jest określenie aktywnej płaszczyzny.

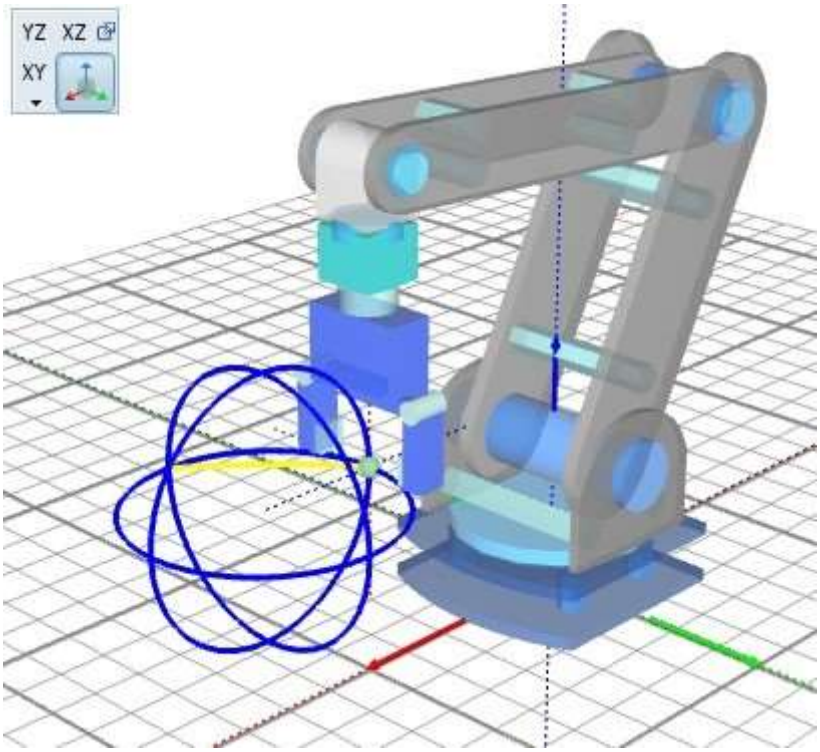
Przykład szkicu okręgów w trzech różnych płaszczyznach.



```
;----------------
; SPHERE
G0 Z80 Y-50 X150
G2 X150 Y50 R50
G2 X150 Y-50 R50
G19
G2 Y50 R50
G2 Y-50 R50
G17
G2 X100 Y0 R50
G18
G2 X200 R50
```

G2 X100 R50

M30



G53

Kontrola programu - wybranie układu współrzędnych bazowych

G53

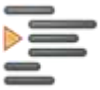
Wybranie układu współrzędnych maszynowych. Przełączenie na układ współrzędnych bazowych robota.

G17

```
G17
G54 ;user coordinate
G0 X+160 Y0 Z30 A90 C0
M11 ;Grip close
X+100
G53 ;base coordinate
X+100
M10 ;Grip open
;END PROGRAM
M30
```

G54 ;user coordinate
G0 X+160 Y0 Z30 A90 C0
M11 ;Grip close
X+100
G53 ;base coordinate
X+100
M10 ;Grip open
;END PROGRAM
M30

G54



Kontrola programu - wybranie układu współrzędnych

G54

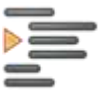
Wybranie układu współrzędnych przedmiotu. Przełączenie na układ współrzędnych użytkownika.

```
G17
G54 ;user coordinate
G0 X+160 Y0 Z30 A90 C0
M11 ;Grip close
X+160 Y-100 Z30
M10 ;Grip open
;END PROGRAM
M30
```

G17
G54 ;user coordinate
G0 X+160 Y0 Z30 A90 C0
M11 ;Grip close
X+160 Y-100 Z30
M10 ;Grip open
;END PROGRAM
M30

G53 - wybranie układu współrzędnych maszynowych G54 - G59 - wybranie układu współrzędnych przedmiotu

M02



Kontrola programu - zakończenia programu

M02

Komenda zakończenia przetwarzania programu bez czyszczenia ustawień.

Uwaga

Parametry tj. przełączenie na układ użytkownika czy ustawienie aktywnej płaszczyzny nie są zmieniane po wywołaniu komendy M02. Aby ustawienia te wróciły do ustawień domyślnych należy wydać komendę M30 lub skorzystać z narzędzia resetu ustawień.

```
G17
G54
G0 X+160 Y0 Z30 A90 C0
X+160 Y-100 Z30
;END PROGRAM
M02
```

G17
G54
G0 X+160 Y0 Z30 A90 C0
X+160 Y-100 Z30
;END PROGRAM
M02

M10

Kontrola programu - komenda otwarcia chwytaka

M10

Otwarcie szczęk (zależnie od producenta).

Uwaga

Komenda została zaadoptowanie do sterowania otwarciem chwytaka.

```
G17
G54 ;user coordinate
G0 X+160 Y0 Z30 A90 C0
M11 ;Grip close
X+160 Y-100 Z30
M10 ;Grip open
;END PROGRAM
M30
```

G17
G54 ;user coordinate
G0 X+160 Y0 Z30 A90 C0
M11 ;Grip close
X+160 Y-100 Z30
M10 ;Grip open
;END PROGRAM
M30

M11

Kontrola programu - komenda zamknięcia chwytaka

M11

Otwarcie szczęk (zależnie od producenta).

Uwaga

Komenda została zaadoptowanie do sterowania zamknięcia chwytaka.

```
G17
G54 ;user coordinate
G0 X+160 Y0 Z30 A90 C0
M11 ;Grip close
X+160 Y-100 Z30
M10 ;Grip open
;END PROGRAM
M30
```

G17
G54 ;user coordinate
G0 X+160 Y0 Z30 A90 C0
M11 ;Grip close
X+160 Y-100 Z30
M10 ;Grip open
;END PROGRAM
M30

M30

Kontrola programu - zakończenia programu

M30

Komenda zakończenia przetwarzania programu z czyszczenia ustawień. Reset ustawień dotyczy przełącznika na układ użytkownika komendy G54 (powrót do układu robota) oraz ustawień aktywnej powierzchni (powrót do płaszczyzny XY czyli komendy G17)

```
G17
G54
G0 X+160 Y0 Z30 A90 C0
X+160 Y-100 Z30
;END PROGRAM
M30
```

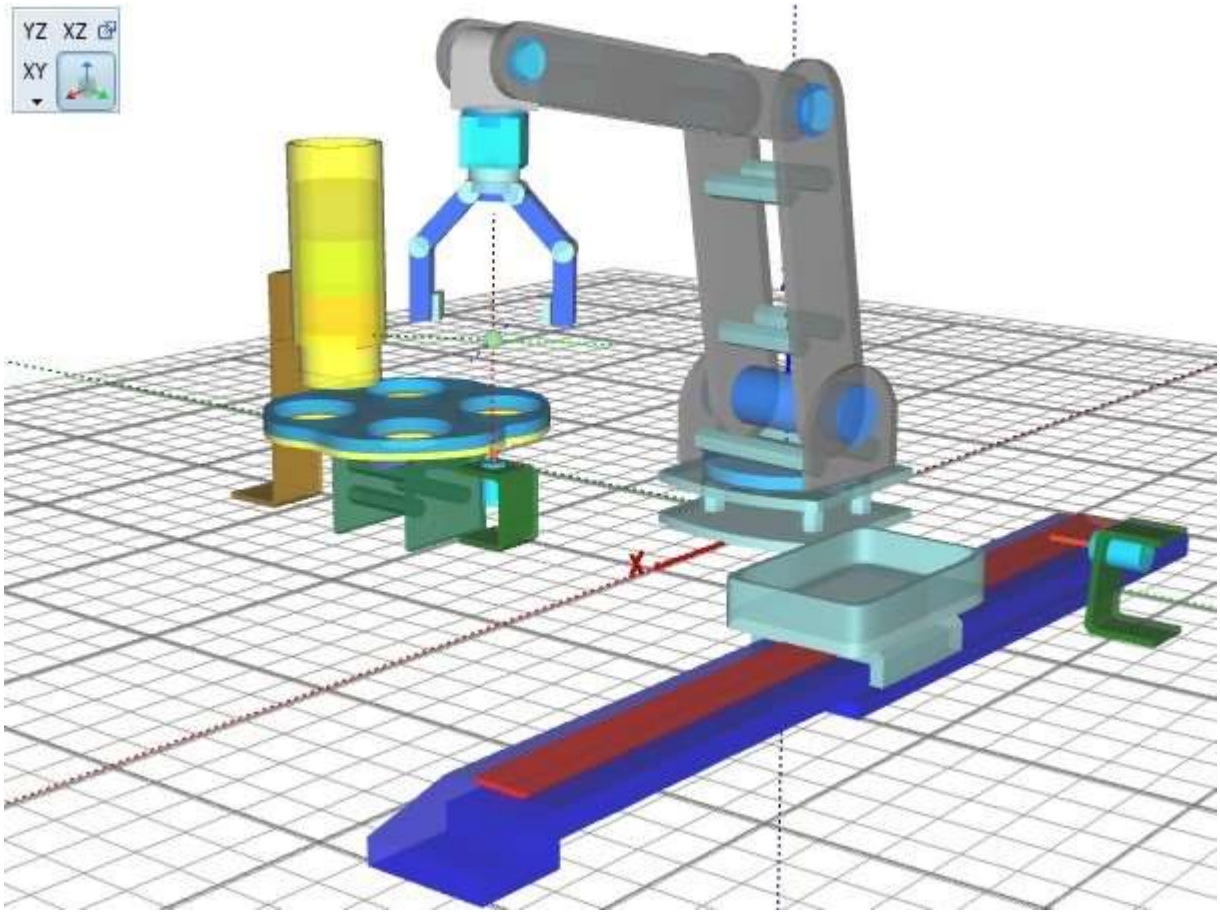
G17
G54
G0 X+160 Y0 Z30 A90 C0
X+160 Y-100 Z30
;END PROGRAM
M30

Wirtualne środowisko 3D

Przestrzeń wirtualnego środowiska została utworzona z wykorzystaniem silnika OpenGL

(komponent GLScene) który umożliwia tworzenie bryłowych konstrukcji takich jak ramię robota czy detale środowiska wirtualnego.

Wirtualne środowisko umożliwia tworzenie pojedynczej struktury robota z szeregiem obiektów manipulacji i wyposażenia przestrzeni pracy tego robota. Daje też możliwość kreślenia rożnych elementów (punktów/linii) ułatwiających programowanie działań i budowanie trajektorii ruchu ramienia.

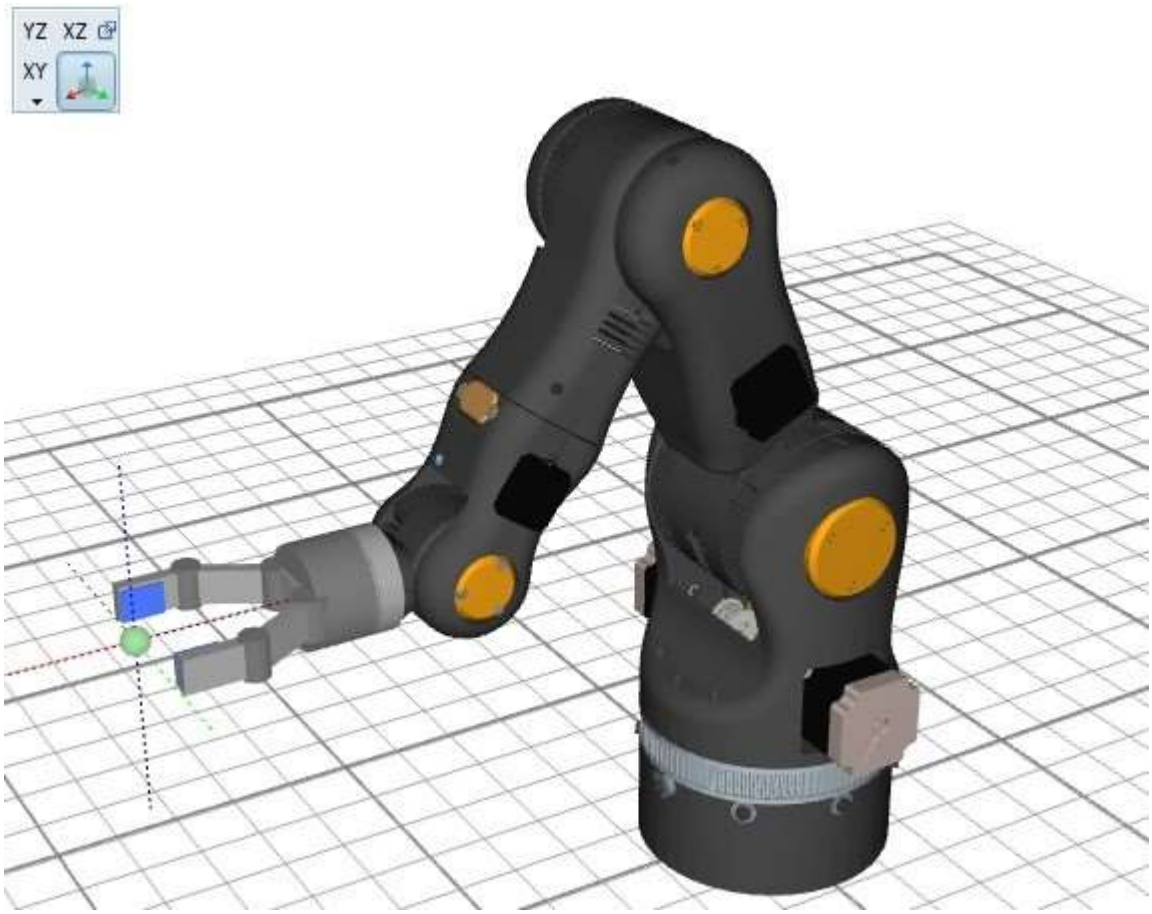


Widok środowiska 3D

Kreator robota

Wirtualne środowisko ››

Aplikacja udostępnia szereg narzędzi do tworzenia wybranych konstrukcji robota na podstawie dostępnych szablonów, jak i również rozbudowany kreator pojedynczego łańcucha kinematycznego nowo projektowanego manipulatora. Nowo utworzony manipulator dzięki bogatej grupie parametrów może być skonfigurowany do przewidzianego zastosowania pod względem działania jak i wyglądu.

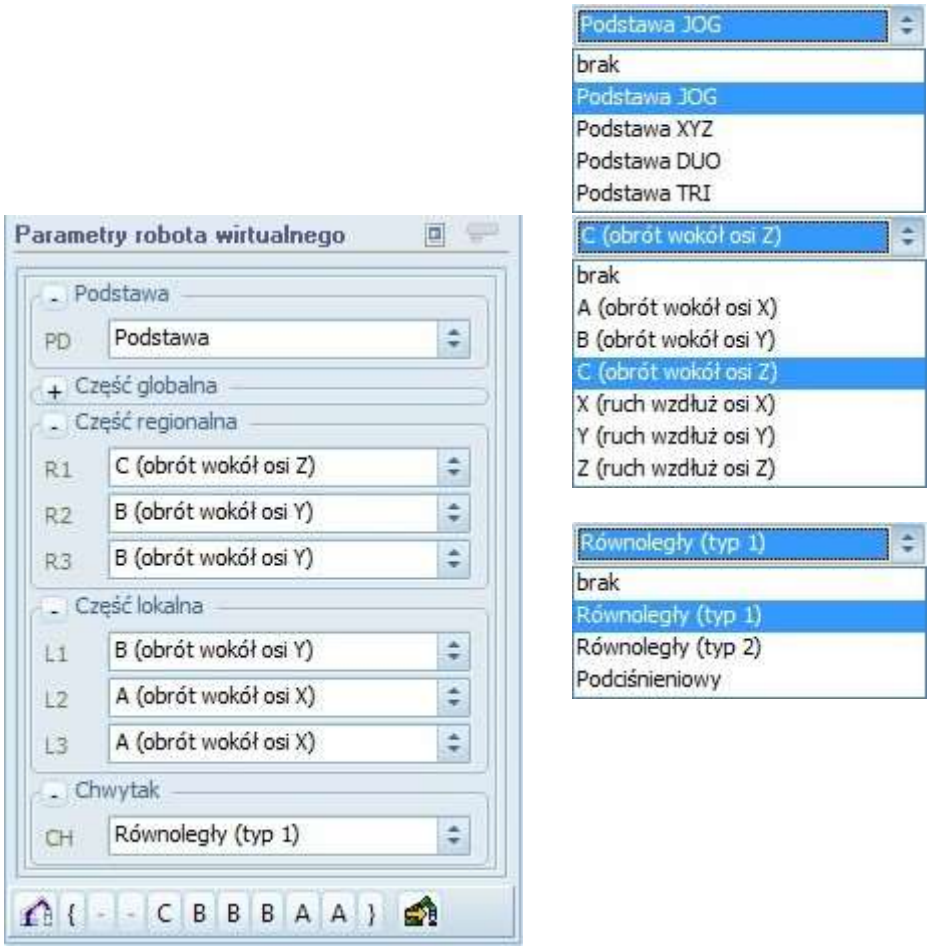


Widok środowiska 3D

Kreator robota

Wirtualne środowisko ›› Manipulator ››

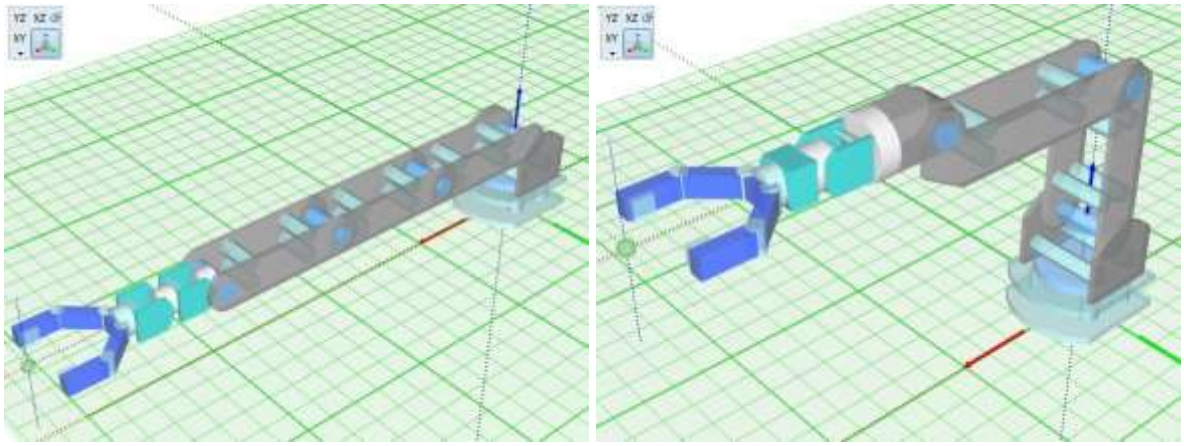
Pierwszym etapem tworzenia wirtualnego środowiska pracy jest utworzenie manipulatora będącego obiektem późniejszego sterowania w wybranym języku programowania.



Okno kreatora wyposażone jest w szereg pogrupowanych list wyboru dzięki którym użytkownik może wybrać odpowiednie połączenie kinematyczne dla zadanego ramienia manipulatora.

Konstruując nowe ramię manipulatora należy określić: rodzaj podstawy, wybrać człony globalne oraz ich typ (jako podstawa robota lub samodzielne), wybrać człony według założonego łańcuch kinematycznego w części regionalnej i lokalnej oraz na dobrać rodzaj chwytaka. Tak przygotowany łańcuch kinematyczny należy następnie wysłać do utworzenia w wirtualnym środowisku 3D naciskając przycisk

Przykład robota o łańcuchu kinematycznym CBBBAA



Przykład konstrukcji sześcio-osiowego robota bezpośrednio po utworzeniu i po dobraniu parametrów członów

Łańcuch kinematyczny

Wirtualne środowisko ›› Manipulator ››

Manipulatory i roboty przemysłowe najczęściej posiadają otwarty łańcuch kinematyczny. Łańcuchy te składają się z kilku ogniw czynnych umożliwiających przestrzenne przemieszczanie i orientacje końcówki roboczej, czyli efektora. Każde z ogniw łańcucha posiada przypisaną do siebie literę która wskazuje wokół której osi będzie się obracał/przemieszczał dany człon oraz wzdłuż której osi umieszczono korpus ramienia.

Oznaczenie członów	Oś obrotu	Symbol
A	X	
B	Y	
C	Z	

Przykład oznaczeń dla członów obrotowych

Łańcuch kinematyczny - część mechanizmu w postaci kilku połączonych ze sobą członów tworzących jedną lub wiele par kinematycznych, realizujący zdefiniowane przeniesienie ruchu. Łańcuchy kinematyczne możne podzielić na:

Otwarte łańcuchy kinematyczne to te, w których końcowe ogniwo jest swobodne, a łączy się jedynie z sąsiednim ogniwem. Ruchy poszczególnych ogniw są niezależne od siebie mimo, że chociaż 1 z członów nie wchodzi w pełne połączenie z innymi. Przykładem otwartego łańcucha będzie stopa czy ręka w ciele ludzkim. W robotyce większość ramion stanowią otwarte łańcuchy kinematyczne.

Zamknięty łańcuch kinematyczny to łańcuch,w którym ostatnio ogniwo nie jest swobodne. Każdy jego człon jest połączony z co najmniej 2 ogniwami. Z zamkniętych łańcuchów w ciele ludzkim możemy wymienić klatkę piersiową i jej stawy oraz stawy miednicy. W robotyce łańcuchy zamknięte

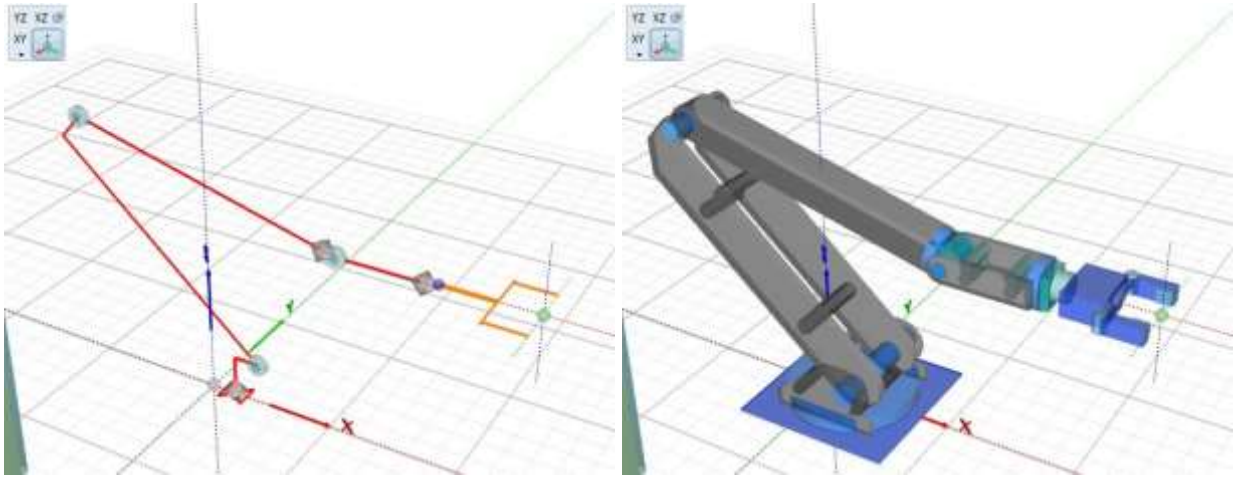
to przede wszystkim ramiona o podwójnych bądź potrójnych prostych łańcuchach, których ostatnie człony są ze sobą powiązane i nienapędzane. Takimi robotami są DuoPod'y i TriPod'y.

Innym podziałem łańcuchów kinematycznych może być podział na:

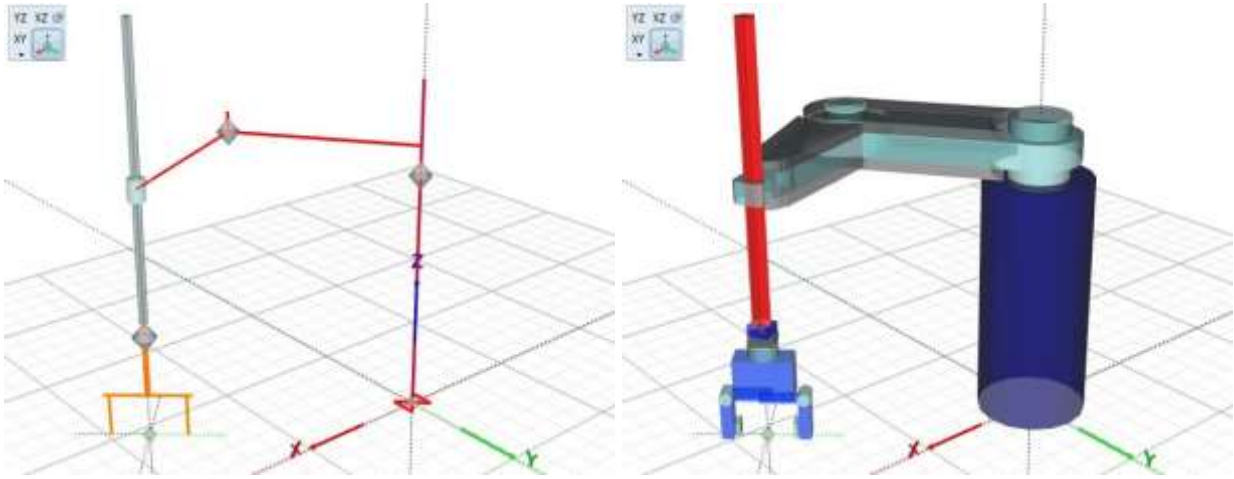
- kinematyczne płaskie
- kinematyczne przestrzenne

Przykłady łańcuchów kinematycznych

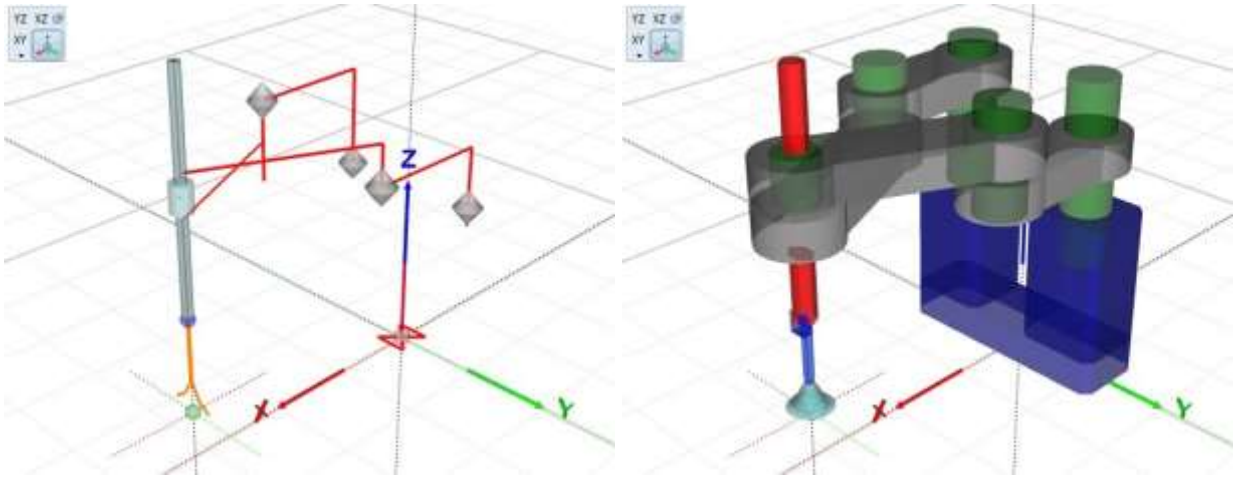
Robot 6-członowy o łańcuchu otwartym CBBBAB



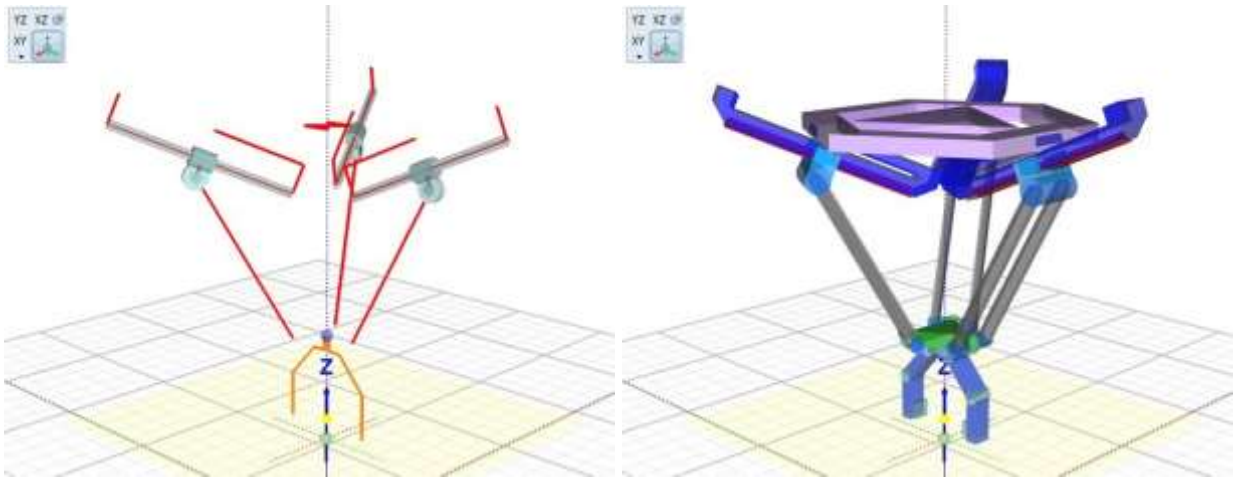
Robot Scara o łańcuchu otwartym CCZC



Robot DuoPod o łańcuchu zamkniętym CCCCZ



Robot TriPod o łańcuchu zamkniętym XXXBBB



Parametry członów

Wirtualne środowisko ›› Manipulator ››

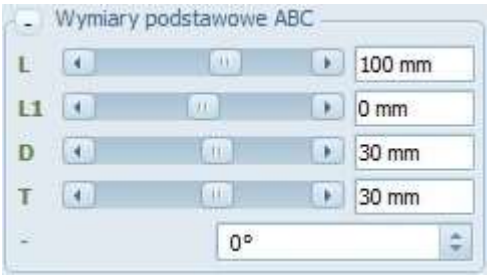
Wszystkie parametry członu pogrupowane są w szereg sekcji przy czym sekcja pierwsza "Podstawowe wymiary" jest istotna dla prawidłowej budowy członu/podstawy i ma podstawowy wpływ na obliczenia matematyczne zadania prostego i odwrotnego.

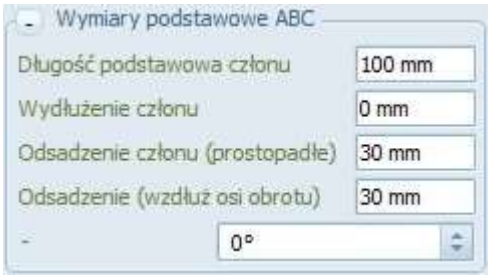
Informacja

Kliknięcie prawym klawiszem myszki w symbol parametru pozwala zmienić widok edycji parametru i wyświetlenie pełnego opisu.

Parametry niedostępne dla danego obiektu wyświetlane są jako niedostępne bez oznaczeń.

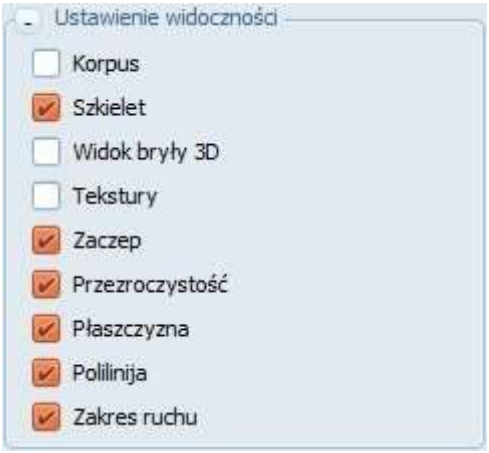
Podstawowe wymiary:





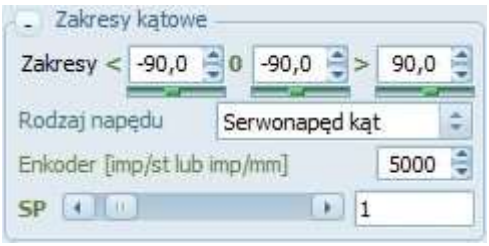
Wymiary korpusu:

Dodatkowe parametry widoczności:



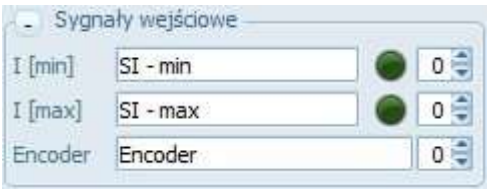
Kolory korpusu i łożyska:

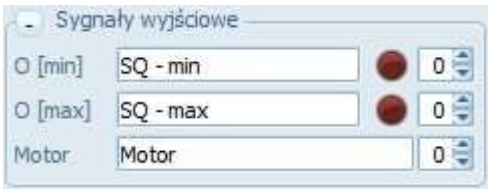
Zakresy kątowe (ograniczenia ruchu kątowego członu):



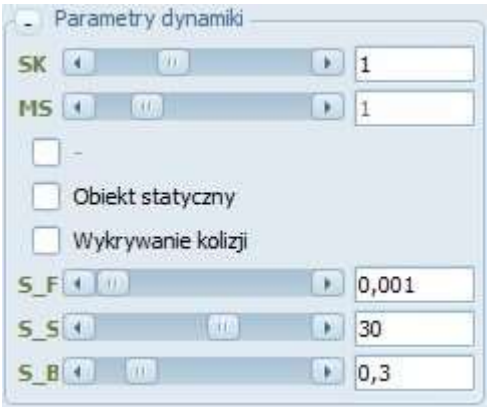
Pozycja i kąty obrotu (dostępne trzy wektory - dwa dodatkowe po zmianie indeksu dotyczą brył importowanych z programów CAD)

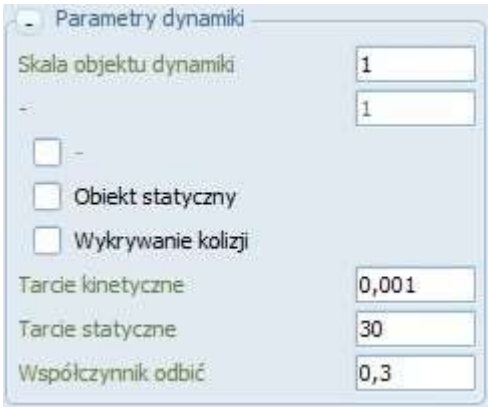
Sygnały wejścia i wyjścia:





Parametry grawitacji obiektów wirtualnych:





Podstawy robota

Wirtualne środowisko ›› Manipulator ››

Konstrukcję robota należy rozpocząć od wyboru podstawy której rodzaj uzależniony jest od typu robota. Dostępne są 4 różne podstawy tj.:

- Podstawa JOG: pojedyncze ramię typu "Arm" lub "Scara" z jednym punktem zamocowania w podstawie
- Podstawa XYZ: konstrukcja portalowa robota kartezjańskiego z członami liniowymi

- Podstawa DUO: konstrukcja podwójnego ramienia robot (z dwoma punktami zamocowania w podstawie i połączonymi nie napędzanymi ostatnimi członami)
- Podstawa TRI: konstrukcja robota typu "Delta" w którym występują trzy oddzielne ramiona z trzema punktami zamocowania w podstawie i połączonymi nienapędzanymi ostatnimi członami

Informacja

Wybór podstawy umożliwia tworzenie konstrukcji robotów o łańcuchu otwartym tj. roboty typu arm, scara czy kartezjańskie. Jak również robotów o łańcuchu zamkniętym tj. duopod czy tripod.

Wybierając podstawę w kolejnych etapach należy dokonać wyboru poszczególnych członów robota tworząc w ten sposób jego łańcuch kinematyczny.

Uwaga

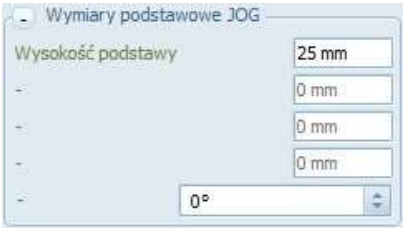
Roboty o zamkniętym łańcuchu kinematycznym (duopody i tripody) wymagają zastosowania ostatnich członów bez napędów połączonych ramion w punkcie końcowym zamocowania chwytaka.

Wszystkie parametry dotyczące poszczególnych członów zależą od typu członu:

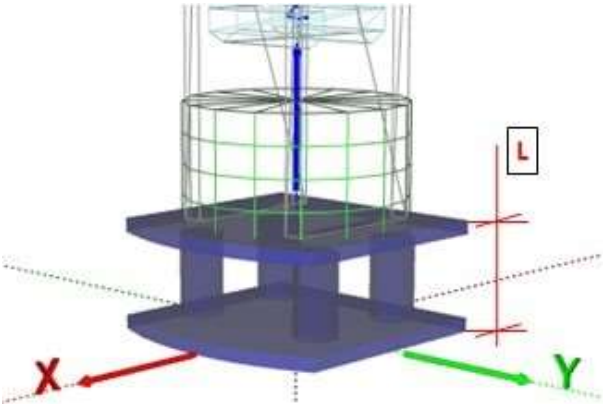
- człony obrotowe ABC
- człony liniowe XYZ

Dodatkowo należy wprowadzić odpowiednie parametry dotyczące podstawy jak rozstaw zaczepów poszczególnych łańcuchów kinematycznych oraz parametry ich łącznika.

Podstawa JOG



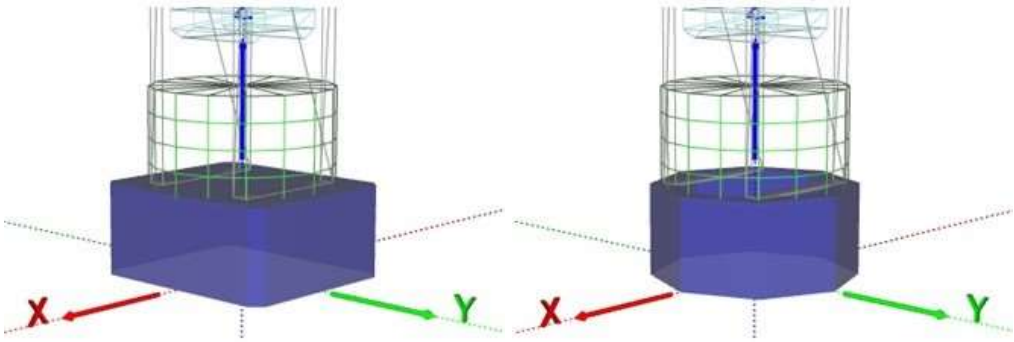
Podstawowy parametr niezbędny do przeprowadzenia obliczeń zadania prostego i odwrotnego to wysokość podstawy (L). Pozostałe parametry decydują jedynie o wyglądzie podstawy.



Dodatkowym parametrem wpływającym na kształt podstawy jest parametr typu korpusu gdzie

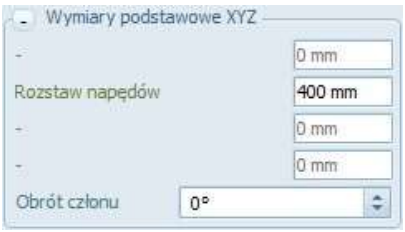
- typ 1 - konstrukcja blaszkowa
- typ 2 - podstawa monolityczna "kostka"
- typ 3 - podstawa monolityczna o zmiennej geometrii/ ilość narożników można ustawić zmieniając parametr "Liczba punktów zaokrągleń"

typ 1 odpowiada konstrukcji blaszkowej a typ 2 monolitycznej podstawie



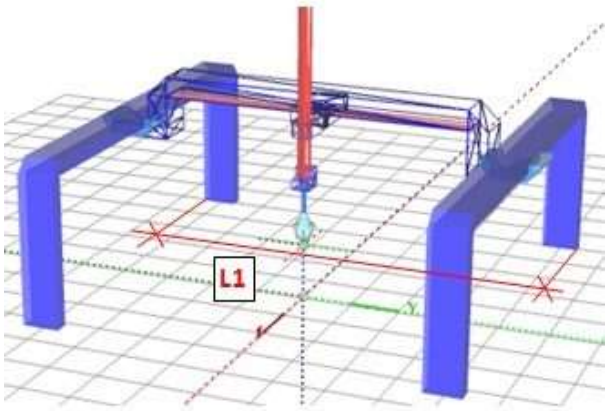
Przykładowe konstrukcje podstaw typu JOG

Podstawa XYZ



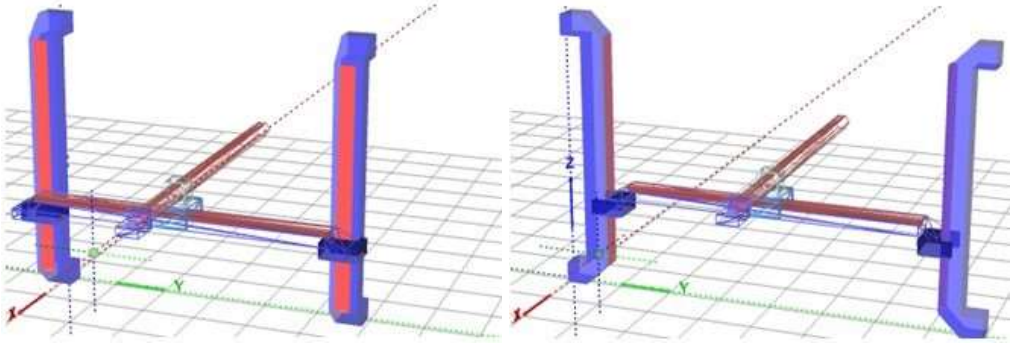
Wybór tej podstawy umożliwia utworzenie duplikatu pierwszego z członów robota kartezjańskiego co umożliwia utworzenie robota "portalowego" oraz robotów o zdwojonej osi nośnej której ruch liniowy jest zsynchronizowany poprzez odpowiednie sterowanie napędami podstawy lub też sprzęgniecie mechaniczne obu osi. W obu przypadkach przemieszczenie "kopi" osi jest niemal identyczne dlatego nie występuje oddzielne sterowanie dla obu napędów.

Niezbędnym parametrem jaki należy podać w tym przypadku to rozstaw napędów (L1) zdwojonych osi.



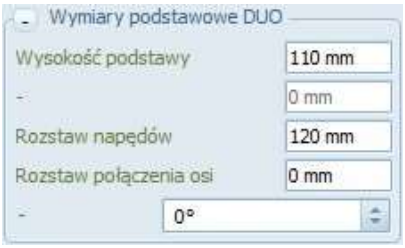
Dodatkowo można również "lustrzenie" obrócić osie liniowe wokół osi korpusu napędu. Pozostałe parametry wynikają z ustawień pierwszego członu i są jego kopią dlatego nie można ich zmieniać z poziomu parametrów podstawy. Przykłady prezentują ustawienia Obroty członów: - członów równoległych: 0 stopni podstawa i pierwszy człon,

- członów przeciwstawnych: -90 podstawa i +90 pierwszy człon.

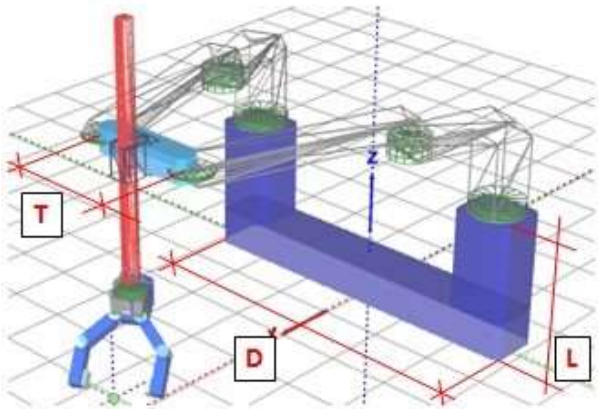


Przykładowe konstrukcje podstaw typu XYZ

Podstawa DUO

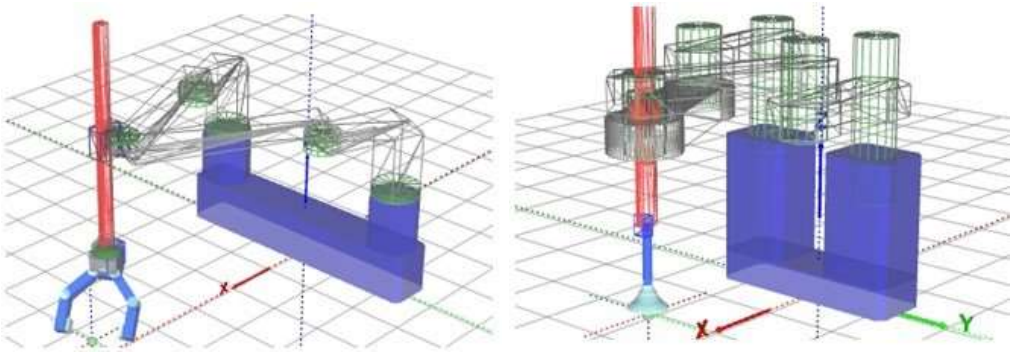


Podstawa duopoda stanowi dwukolumnowa konstrukcja na których oparte są dwa łańcuchu kinematyczne/ dwa ramiona robota. Rozstaw kolumn powinien być tak dobrany aby był mniejszy od sumy długości poszczególnych ramion ponieważ w innym przypadku nie będzie możliwe wyznaczenie nawet zadania prostego.



Wymagane jest podanie następujących parametrów: wysokość podstawy (L),rozstaw zaczepu (D) obu łańcuchów kinematycznych, wprowadzenie dla 3 i 4 członu brak napędu oraz długość łącznika (T) osi nie napędzanych.

Dodatkowymi parametrami wpływającym na kształt podstawy są: typ korpusu oraz liczba punktów zaokrągleń. Aby uzyskać mijanie się poszczególnych członów należy odpowiednio dobrać parametry odsadzeń poszczególnych członów (głownie parametr D)

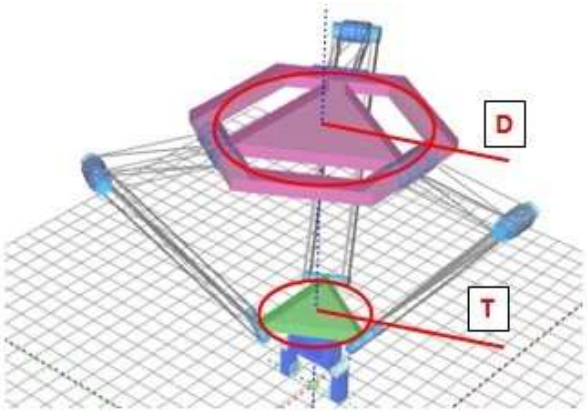


Przykładowe konstrukcje podstaw typu DUO

Podstawa TRI

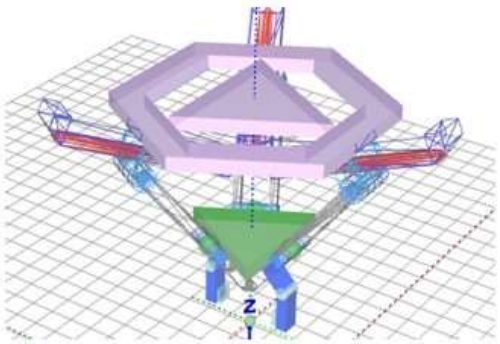
Konstrukcja TRIpoda oparta jest na podstawie trójkąta równobocznego co oznacza że zaczepy poszczególnych łańcuchów kinematycznych/ramion usytuowane są na obwodzie okręgu co 120 stopni. Ta sama zasada dotyczy punktów połączenia zakończeń łańcuchów.

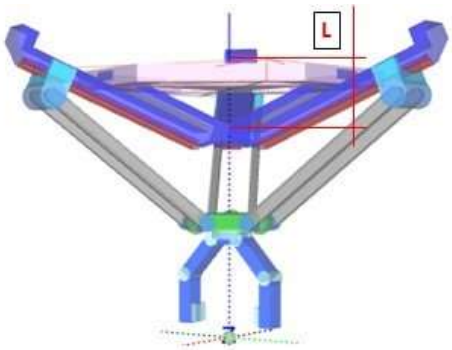
Wymagane jest podanie następujących parametrów: rozstaw/średnica zaczepu (D) trzech łańcuchów kinematycznych rozstawionych co 120 stopni, wprowadzenie dla 4,5 i 6 członu brak napędu oraz średnicę łącznika (T) końców łańcuchów.



Niezbędnym parametrem jest również odsadzenie zaczepu (L1) dla konstrukcji tripoda opartej na napędach liniowych w kształcie gwiazdy (ramiona liniowe rozchodzące się promieniście ze środka podstawy).

Dodatkowymi parametrami wpływającym na kształt podstawy są: typ korpusu oraz liczba punktów zaokrągleń.



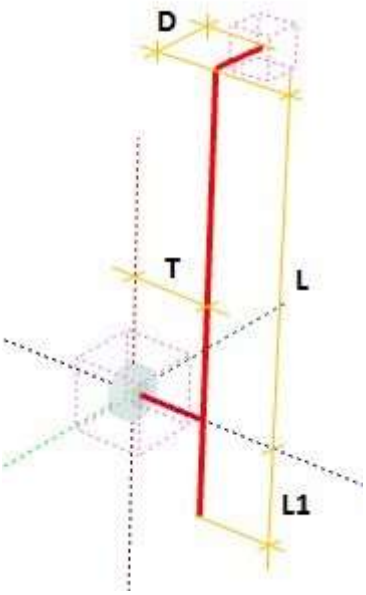


Przykładowe konstrukcje podstaw typu TRI

Człony obrotowe ABC

Wirtualne środowisko ›› Manipulator ››

Pierwsza kategorią członów są człony obrotowe stanowiące zasadniczą grupę członów szeregu konstrukcji robotów typu "Arm".

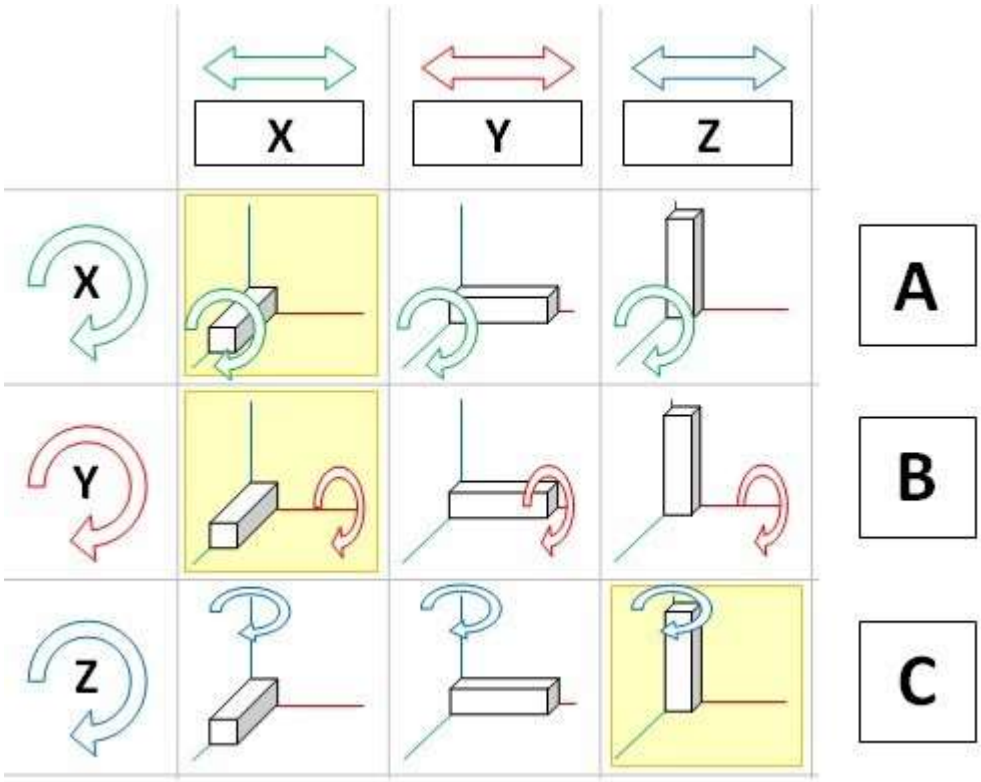


Konstrukcja tych członów opiera się na czterech podstawowych parametrach:

- długość członu - L
- odsadzenie prostopadłe do członu i osi obrotu - D
- odsadzenie wzdłuż osi obrotu - T
- wydłużenie członu (w osi korpusu) - L1

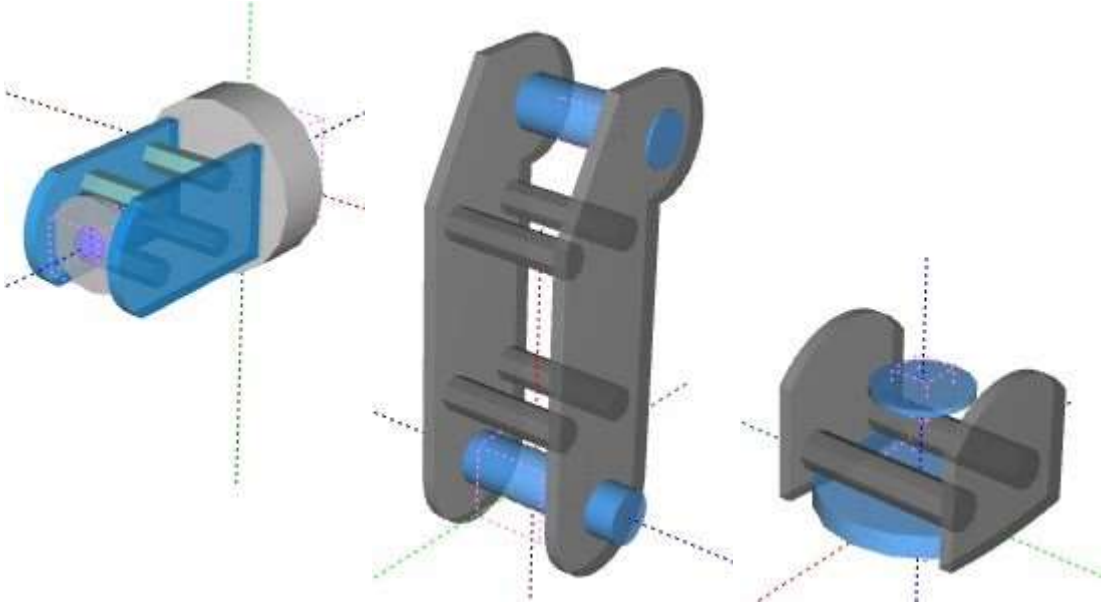
Członom obrotowym zostały przypisane oznaczenia literowe wskazujące przypisaną mu oś obrotu. Ze względu na to że oprócz osi obrotu istotne jest położenie samego członu, czyli jego wydłużenie litery zostały wybrane niejednoznacznie lecz w sposób zapewniający najlepsze wykorzystanie dostępnych opcji. Z tego powodu człony A i C obracają się wzdłuż osi w której następuje wydłużenie/ położenie członu, a człon B jako jedyny obraca się wokół osi Y lecz położony jest wzdłuż osi X.

Dokładając do tego pozostałe parametry czyli odsadzenia oraz wprowadzając parametr zerowego położenia (kąta obrotu członu nieprzyjmowanego za pozycję zerową) można wykorzystując tylko te trzy typy zbudować każdą z konstrukcji robotów z członami kątowymi



Przykładowe człony

Przykładowe człony typu A, B i C, gdzie w przypadku członu B wprowadzono kąt zerowy -90 stopni w pozostałych przypadkach kąt zerowy wynosi 0 stopni.



Człon A Człon B Człon C

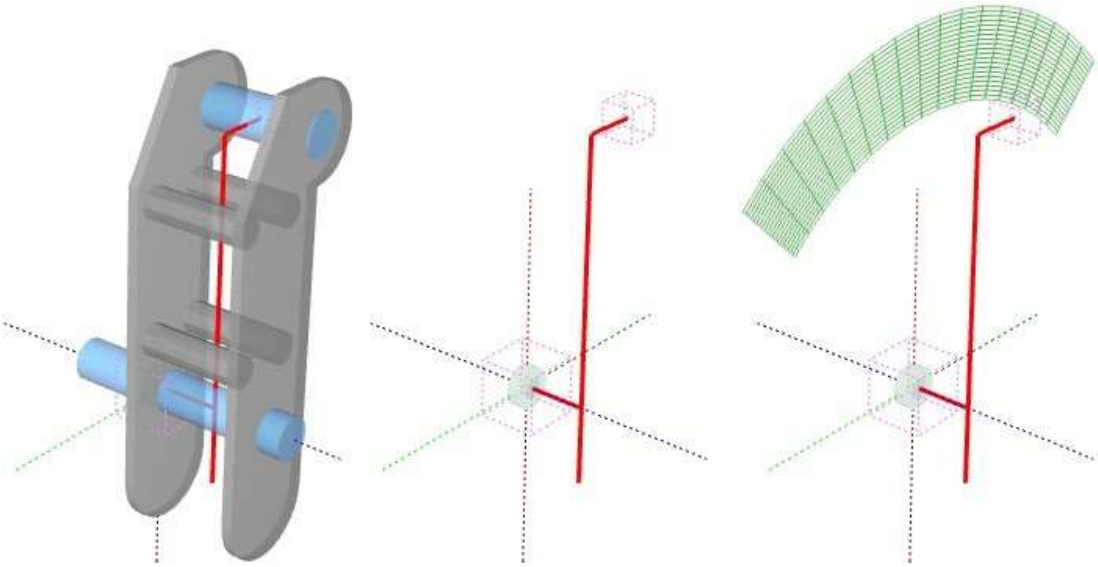
Podstawowe elementy członu

Wszystkie dostępne człony wymagają wprowadzenia szeregu parametrów które wpływają na wyniki obliczeń zadania prostego i odwrotnego oraz na sam wygląd elementu.

W skład członu wchodzi szereg obiektów takich jak:

- korpus

- łożyska
- szkielet (symboliczna prezentacja łańcucha kinematycznego oraz przyłącza)
- bryły 3D (opcjonalnie)



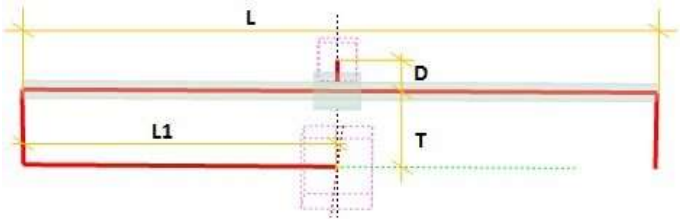
Korpus:

obiekty szare - korpusSzkielet Zakres kątowy obiekt błękitny - łożyska

Człony liniowe XYZ

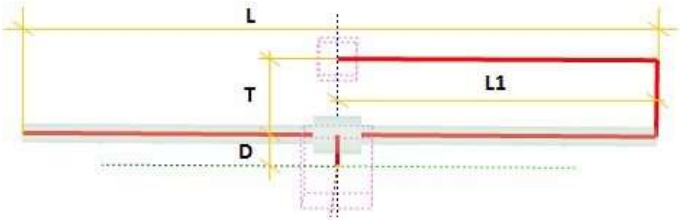
Wirtualne środowisko ›› Manipulator ››

Drugą kategorią członów są człony liniowe stanowiące zasadniczą grupę członów robotów o konstrukcji kartezjańskiej.

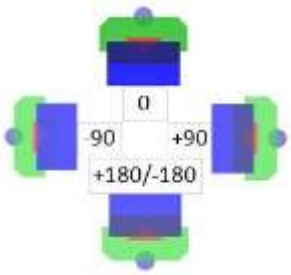


Konstrukcja tych członów opiera się na czterech podstawowych parametrach:

- długość członu - L
- wysokość wózka – D
- wysokość prowadnicy - T
- przesunięcie członu (w osi korpusu) - L1



Członom liniowym zostały przypisane oznaczenia literowe wskazujące przypisaną mu oś ruchu. Oprócz samego usytuowania osi zgodnie z kierunkiem ruchu należy określić płaszczyznę w której określona zostanie wysokość wózka i samej prowadnic.

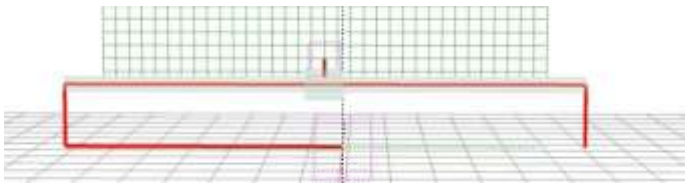


Ze względu iż położenie tej płaszczyzny wpływa znacząco na obliczenia kąty obrotu członu względem osi ruchu zostały ograniczone do wielokrotności 90 stopni. Obrót członu możliwy jest zatem o kąty -180, -90, 0, +90 i +180.

Dokładając do tego pozostałe parametry czyli odsadzenie L1 oraz wysokości korpusu i wózka (dodatnie i ujemne wartości) uzyskujemy możliwość zbudowania wielu typowych jak i nie typowych konstrukcji robotów kartezjańskich jak i implementacja członów liniowych w innych konstrukcjach np. roboty kartezjańskie z podstawą portalową XYZ.

Podstawowe elementy członu

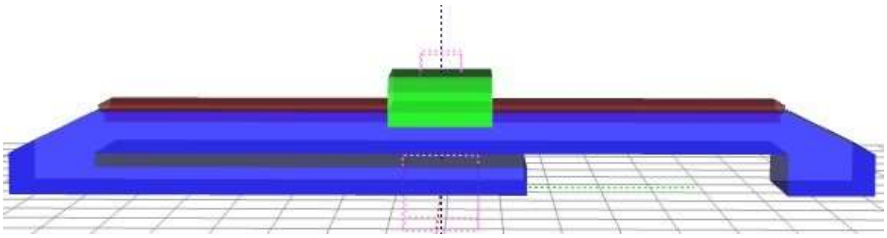
W skład członu wchodzi szereg obiektów takich jak:



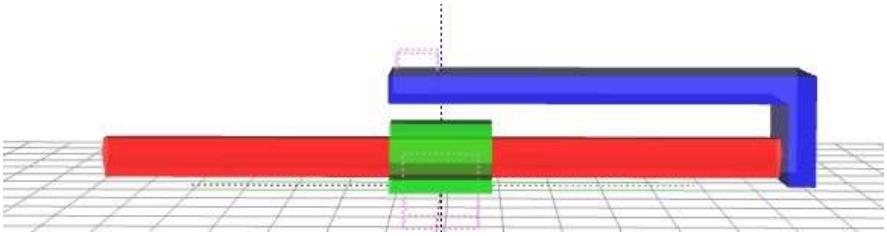
- korpus
- łożyska
- szkielet (symboliczna prezentacja łańcucha kinematycznego oraz przyłącza)
- bryły 3D (opcjonalnie)

Dostępne są również dwa podstawowe typy członów liniowych:

- człon typu wózek ze ślizgiem

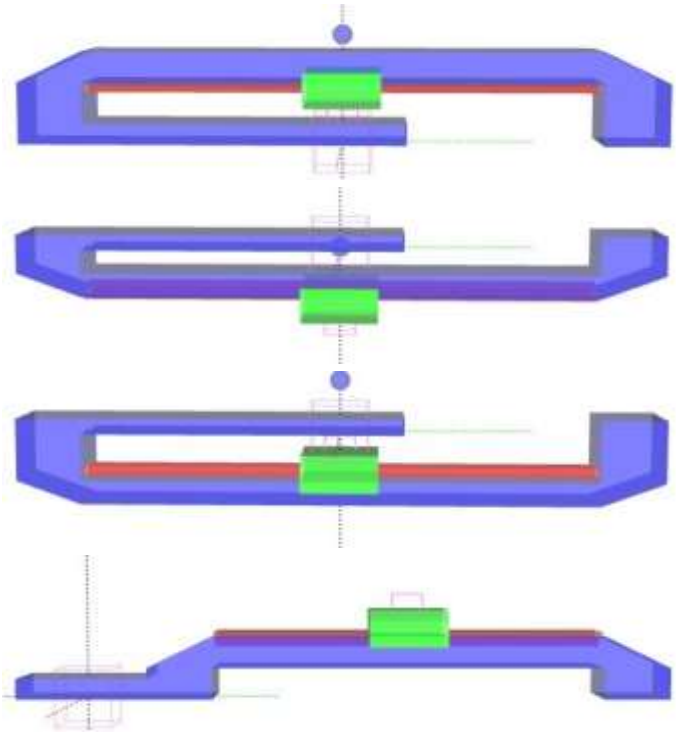


- człon typu oś zamocowana w uchwycie



Przykładowe człony

Przykładowe człony typu Y, dla różnych wartości parametrów L, D, T i L1.



ujemna wartość D i dodatnia T

ujemna wartość D i ujemna T

dodatnia wartość D i ujemna T

dodatnia wartość L1

Człony globalne

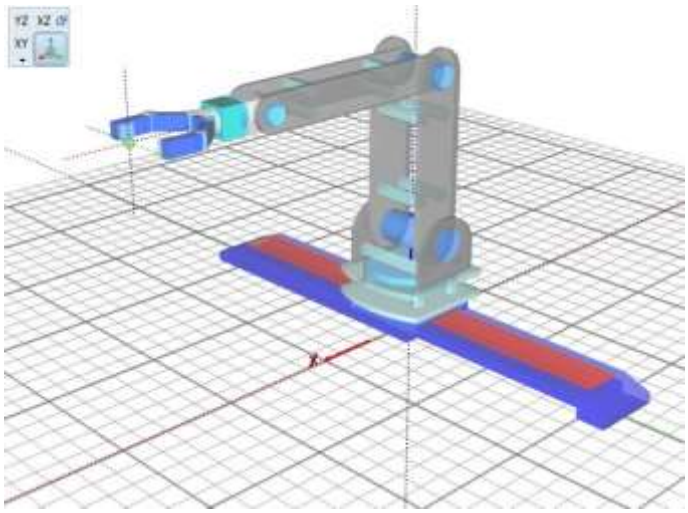
Wirtualne środowisko ›› Manipulator ››

Dostępne człony globalne stanowią uzupełnienie podstawowej konstrukcji robota lub oddzielne napędy. Człony te mogą pełnić różne role między innymi:

- Dodatkowy człon ramienia robota (servo-napęd)
- Globalny napęd liniowy (silnik)
- Transporter liniowy (silnik prądu stałego)
- Transporter liniowy (sterowanie binarne)
- Podajnik obrotowy (silnik prądu stałego)
- Podajnik obrotowy (sterowanie binarne)
- Siłownik pneumatyczny (sterowanie binarne)

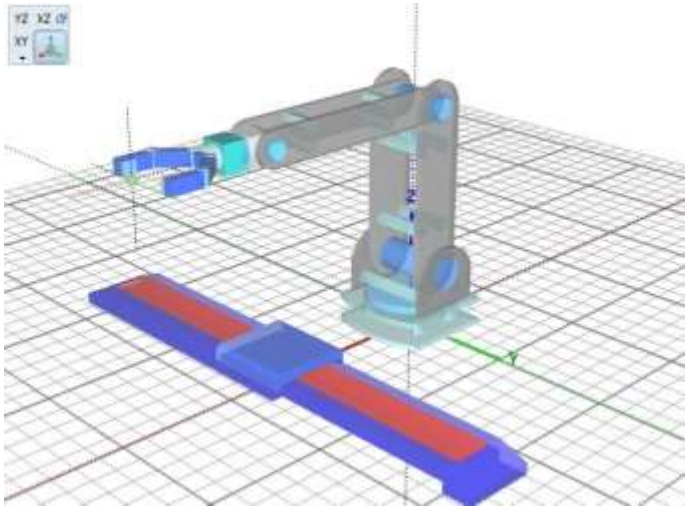
Dodając człony globalne przede wszystkim należy określić czy stanowią one dodatkowe człony robota czy są samodzielnymi napędami. Wyboru tego należy dokonać w kreatorze łańcucha kinematycznego robota. Pola wyboru w części globalnej: oznaczone - człon stanowi dodatkowe ogniwo łańcucha kinematycznego robota, odznaczone - samodzielny napęd.

Człon globalny jako napęd globalny robota



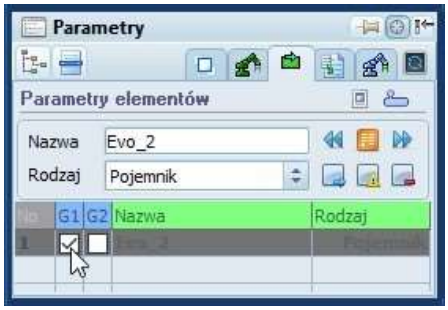
Wybranie członu globalnego do pełnienia roli napędu globalnego przemieszczania utworzonego ramienia robota powoduje zamocowanie podstawy robota na zakończeniu danego członu globalnego. Możliwe jest wykorzystanie obu członów globalnych jako napędy zmiany położenia ramienia w przestrzeni.

Człon globalny jako samodzielny napęd



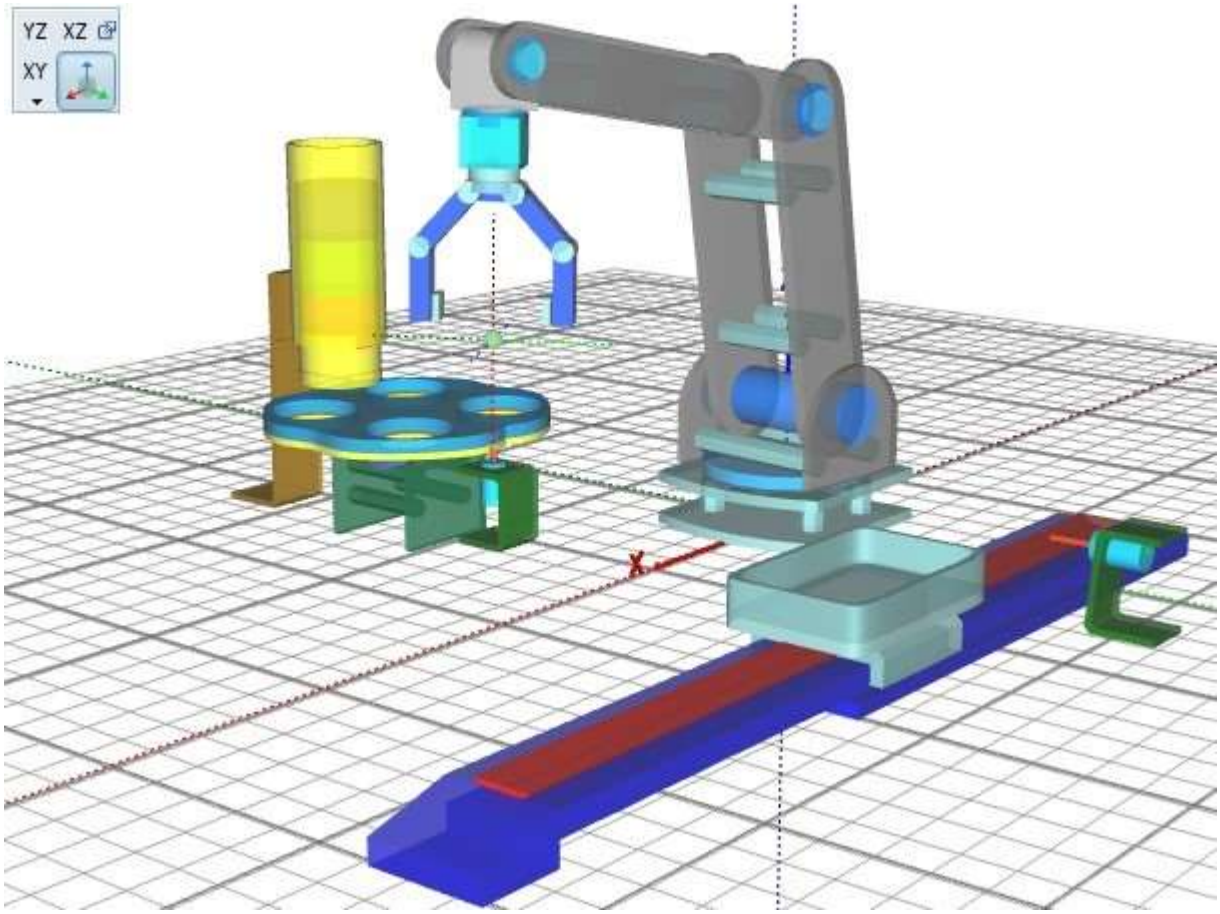
Wybór członu globalnego jako samodzielny napęd pozwala mocować na jego zakończeniu dodatkowe elementy tj. pojemniki, palety itp. dzięki temu napędy te mogę pełnić określone funkcje.

aby zamocować element na zakończeniu członu globalnego należy w tabeli elementów oznaczyć pole w odpowiedniej kolumnie G1 lub G2 co spowoduje związanie wybranego elementu z wskazanym członem globalnym.



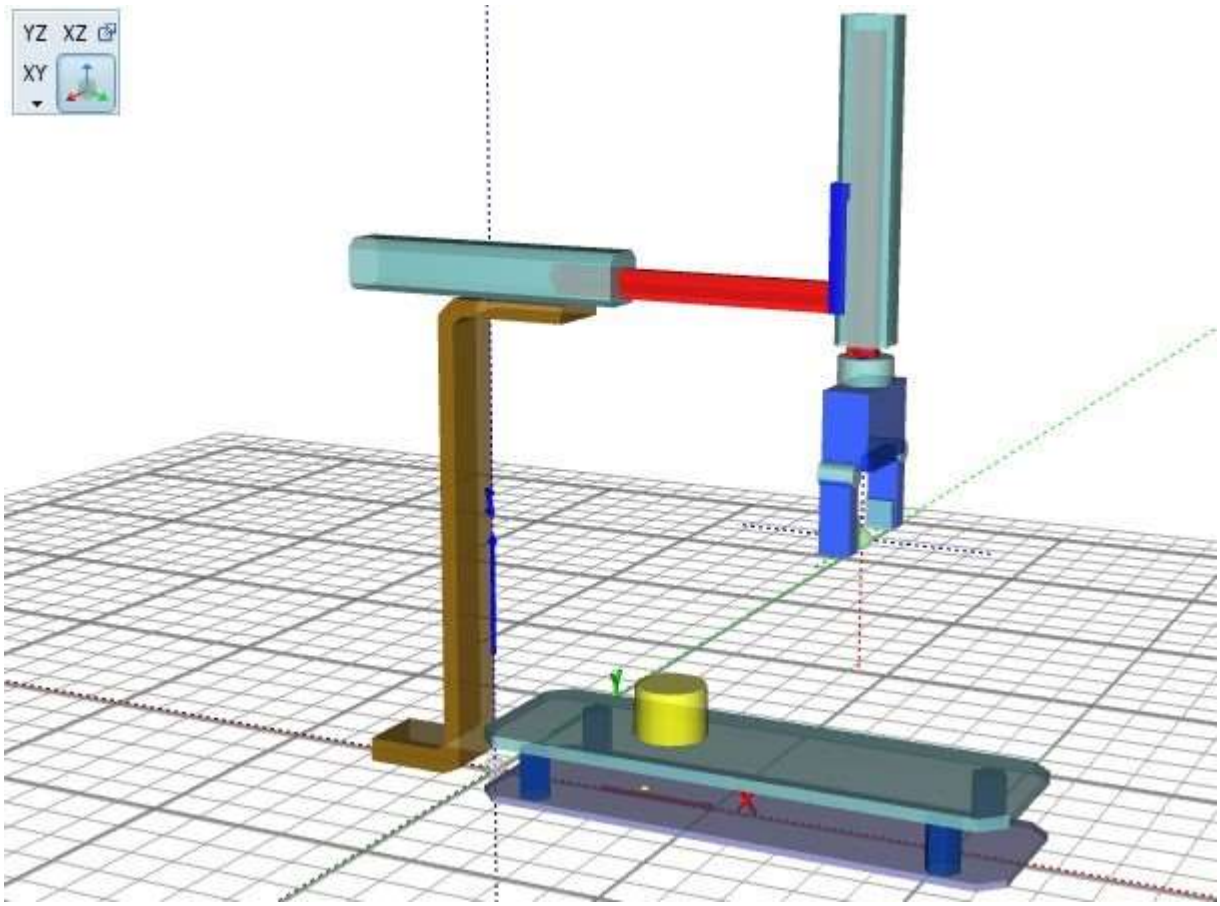
Przykłady:

Człony globalne jako transporter liniowy oraz podajnik obrotowy z magazynem opadowym. [Projekt: Ex11_A5H_Global_II]



Człony globalne jako siłowniki pneumatyczne w manipulatorze dwu napędowym.

[Projekt: MecLAB_B]

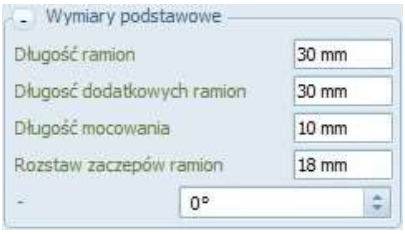


Chwytaki

Wirtualne środowisko ›› Manipulator ››

Ostatnim elementem konstrukcyjnym ramienia robota jest chwytak. Chwytak stanowi oprócz samej konstrukcji, element wchodzący w interakcję z innymi obiektami sceny. Dlatego należny prawidłowo ustawić parametry aby interakcja ta była prawidłowa.

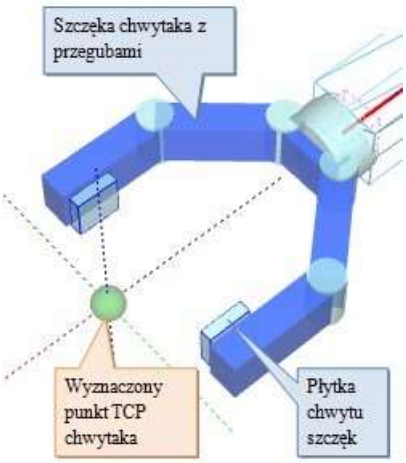
Chwytaki równoległe



Chwytak równoległy jako elementy chwytne posiada dwie równolegle przemieszczające się szczeki, ich podstawowe wymiary to: długość szczęk (L), długość dodatkowych ramion (L1), długość zaczepu (D) oraz rozstaw ramion (T). Na podstawie tych parametrów wyznaczane jest położenie punktu TCP końca chwytaka.

Informacja

Punkt TCP końca chwytaka pozwala na sterowanie ramieniem robota w przestrzeni XYZ z kątem podejścia związanym z tym punktem a nie punktem zakończenia ramienia robota. Dzięki temu jest ułatwione sterowanie i operowanie wokół obiektów oraz z uchwyconymi obiektami w trakcie procesu uczenia/ zbierania punktów trajektorii ruchu.

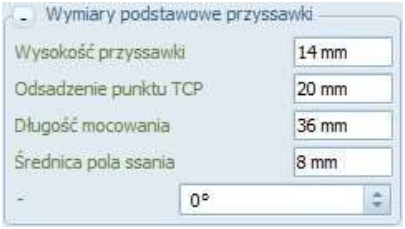


Do prawidłowego procesu chwytu niezbędne są odpowiednio skonfigurowane szczeki chwytaka a w szczególności płytki szczek które stanowią element chwytny. W momencie zamykania szczęk chwytaka płytki te wchodzą w interakcję z obiektami i po wykryciu zetknięcia obu płytek z obiektem, aplikacja określa moment uchwycenia detalu. Jeśli w trakcie zamykania nie zostanie wykryty detal a płytki zetkną się ze sobą stan ten traktowany jest jako całkowite zamknięcie chwytaka.

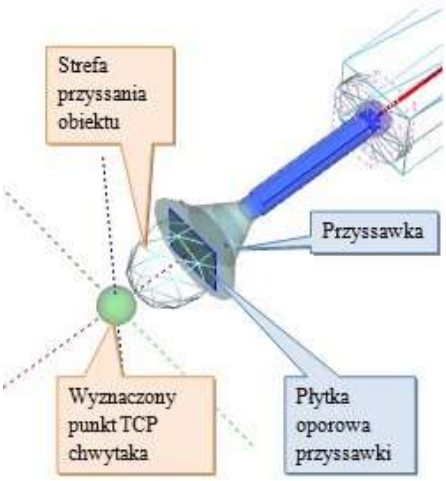
Zmiana rozstawu szczęk realizowana jest z wykorzystaniem parametrów zakresowy "Zakresy chwytu", dzięki którym można określić:

- minimalny rozstaw szczęk przy zamkniętym chwytaku (wartość ta może przyjmować wartości większe od 0 co pozwala symulować konstrukcje chwytaków o niepełnym zamknięciu szczęk przystosowanych do chwytania określonych gabarytów)
- maksymalny rozstaw szczęk przy całkowitym otwarciu chwytaka
- zerowy rozstaw szczęk określa rozstaw szczek przy wydanym rozkazie zamknięcia (stan ten jest przydatny w przypadku sterowania rzeczywistym robotem gdzie symulacja "cienia" robota ograniczona jest jedynie do odwzorowania aktualnej pozycji ramienia i nie jest przeprowadzany sam proces chwytu wirtualnych obiektów)

Chwytaki podciśnieniowe



Chwytak podciśnieniowy wyposażony w przyssawkę wymaga ustalenia: długość przyssawki (L), oraz długość zaczepu (D). Na podstawie tych parametrów wyznaczane jest położenie punktu TCP końca chwytaka który dodatkowo można przesunąć parametrem "odsadzenie punktu TCP". Parametr ten pozwala przesunąć punkt TCP poza obrys przyssawki chwytaka dzięki czemu można ustalić jego pozycję tak aby szybko wymieniać chwytaki z przyssawki na równoległy i odwrotnie. Jest to istotne ponieważ chwytaki te mają inne metody chwytania. Chwytak podciśnieniowy chwyta czołem a chwytak równoległy obejmując szczekami dlatego aby nie zmieniać ustalonych wcześniej pozycji wystarczy zachować odpowiednie usytuowanie punktu TCP.



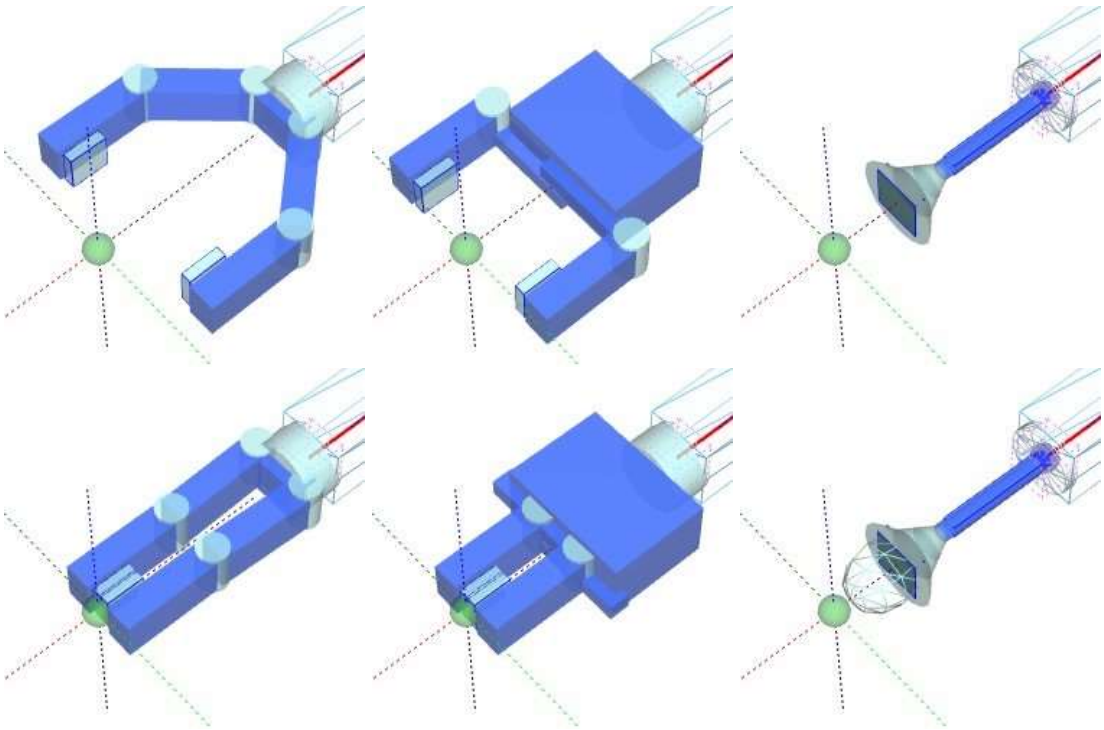
Dodatkowym parametrem przyssawki jest średnica strefy ssania którą reprezentuje bryła siatki. Przestrzeń ta wskazuje miejsce położenia obiektu w trakcie procesu przysysania tzn. jeśli w obrębie tej bryły znajdzie się jakiś obiekt gdy włączone jest ssanie zostanie on uchwycony. Sam proces chwytu polega na przemieszczaniu detalu w stronę przyssawki do momentu aż nie zetknie się on z płytką oporową która stanowi informację dla aplikacji o zakończeniu procesu chwytu. Położenie bryły strefy ssania jak i wielkość i pozycja płytki oporowej można ustalić korzystając z parametrów w sekcji "Wymiary bryły"

Zmianę długości i położenia strefy ssania umożliwiają parametry zakresowe "Zakresy przyssawki", dzięki którym można określić:

- długość strefy ssania którą stanowi różnica maksymalnego i minimalnego zakresu
- pozycja środka strefy ssania określana za pomocą pozycji zerowej

Przykłady chwytaków

Dostępne konstrukcje chwytaków



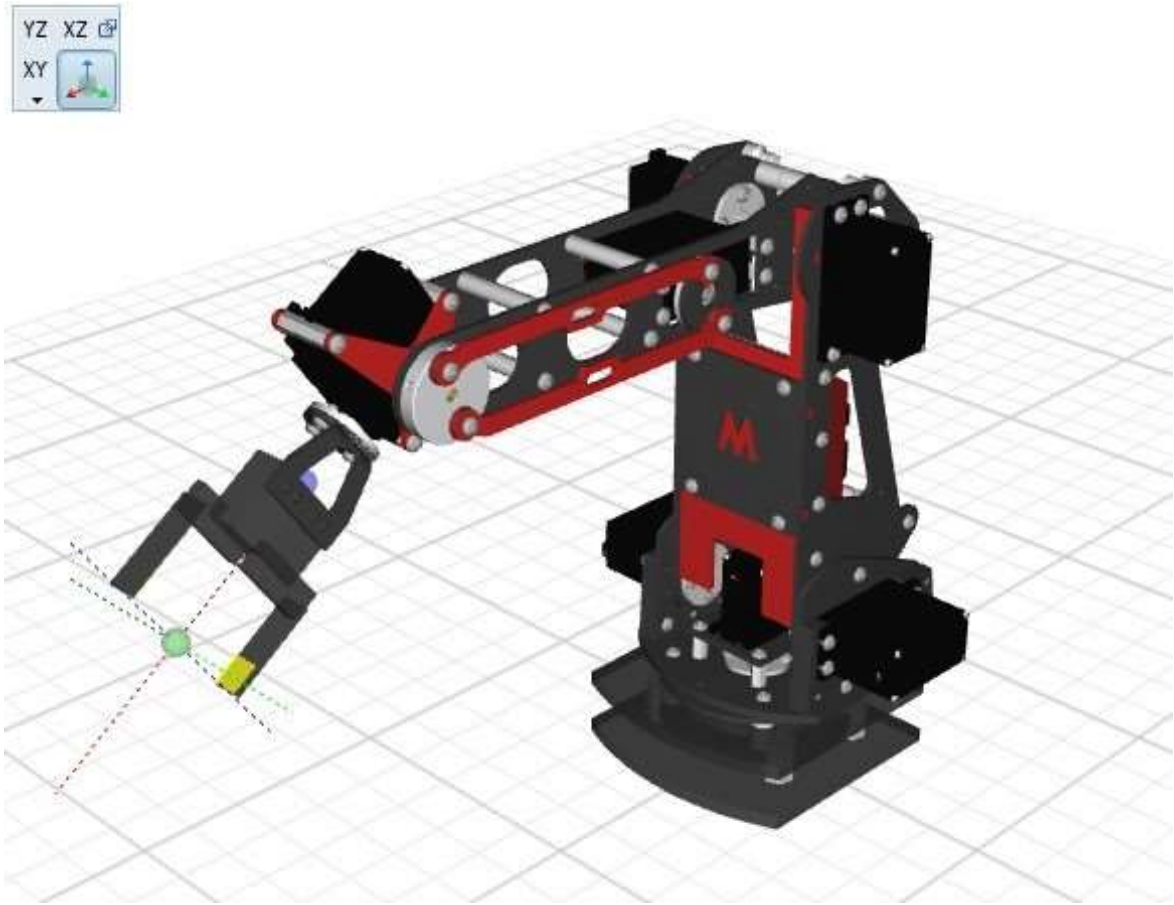
Równoległy typu 1 Równoległy typu 2 Podciśnieniowy

Konstrukcja RobTrain

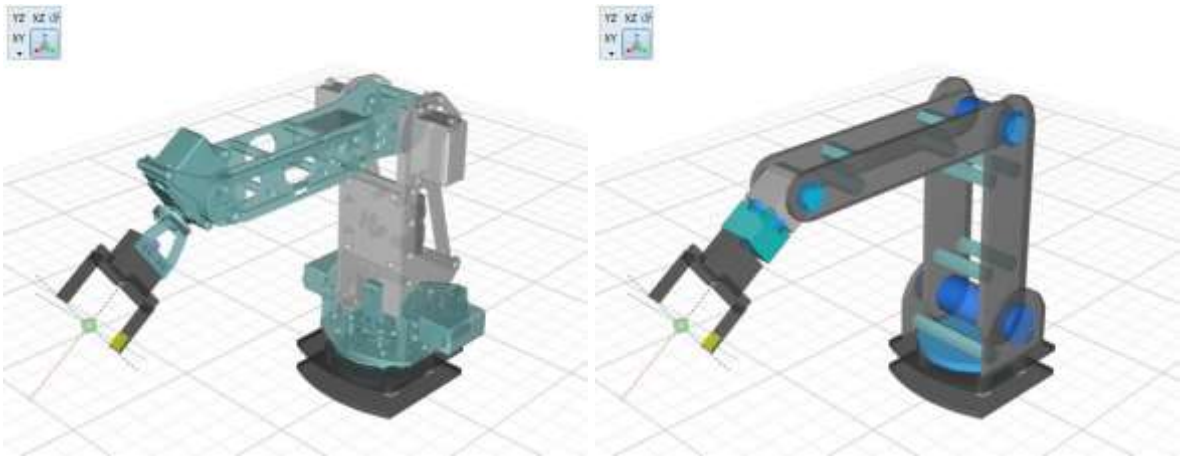
Wirtualne środowisko ›› Manipulator ››

Aplikacja RobLAB przede wszystkim została utworzona do pracy z dydaktycznym robotem o nazwie RobTrain. Konstrukcja robota oparta na łańcuchu kinematycznym 5-członowego robota typu "Arm" z oznaczeniem C B B B A.

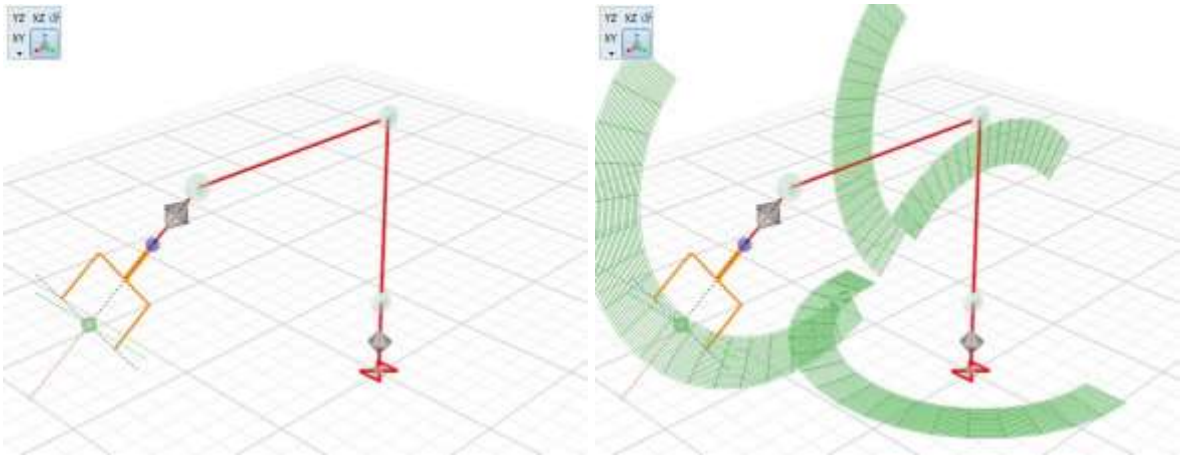
Oto konstrukcja robota utworzona w aplikacji RobLAB4:



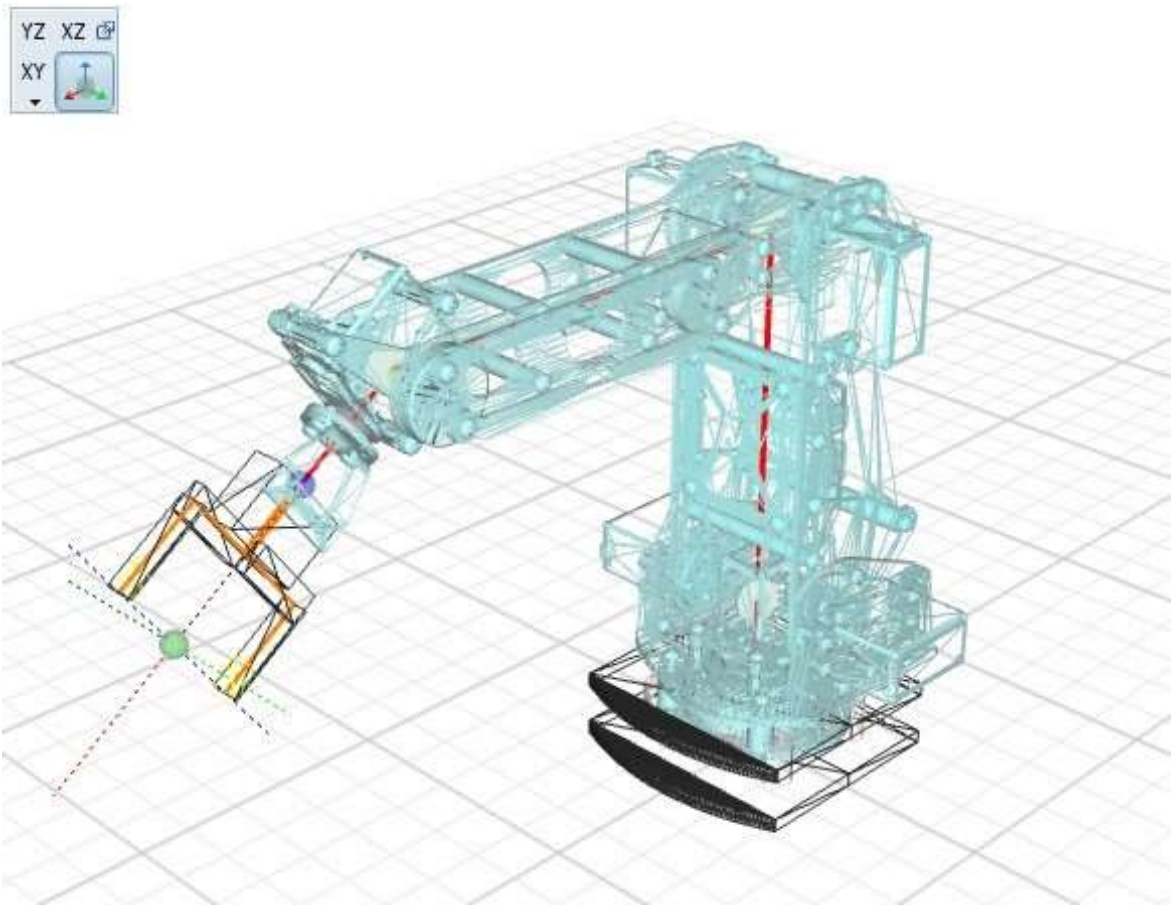
Konstrukcja utworzona na podstawie brył obiektów *.obj wykonanych w programie typu CAD. Wyświetlone z teksturami (wybraną kolorystyką poszczególnych elementów członów).



Konstrukcja z brył zewnętrznych *.stl (bez tekstur) oraz brył utworzonych bezpośrednio w aplikacji.



Szkielet robota oraz wskaźniki zakresów ruchu poszczególnych ramion.



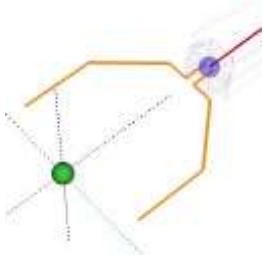
Widok siatki trójkątów wczytanych obiektów z plików *.obj

Znaczniki TCP

Wirtualne środowisko ››

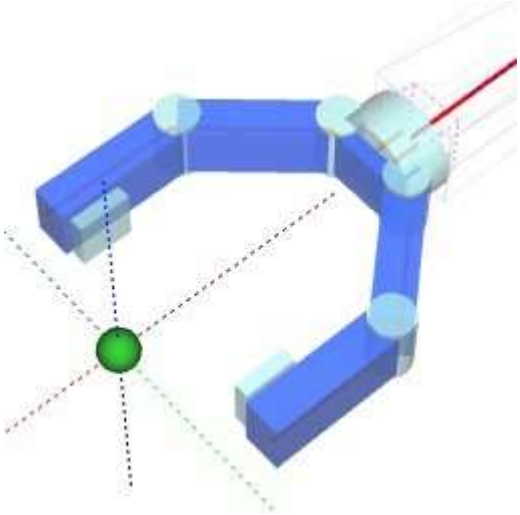
Znaczniki punktowe wskazują istotne współrzędne tj.:

- Punkt TCP - wskaźnik punktu końca ramienia robota z/bez chwytaka
- Punkt końca robota - miejsce zaczepu chwytaka
- Punkt podstawy robota



Punkt TCP na końcu chwytaka (zielony) oraz punkt kiści robota (niebieski)

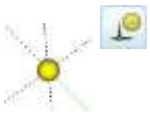
Punkt TCP na końcu kiści robota



Kolorystyka punktów TCP w zależności od aktualnego układu współrzędnych przełączanego w panelu JOG zakładki ruchu w przestrzeni kartezjańskiej XYZ z zadanym kątem podejścia

BAS - układ współrzędnych podstawy robota

ABS - układ współrzędnych absolutny



USR - układ współrzędnych użytkownika

Dodatkowe znaczniki wykorzystywane w aplikacji to:

- ślad i punkty śladu
- trajektoria oraz punkty edytora trajektorii
- znaczniki wyświetlonych punktów z listy
- ślad, siatka oraz płaszczyzny szkicu przestrzeni roboczej

Prędkość symulacji

Wirtualne środowisko ››

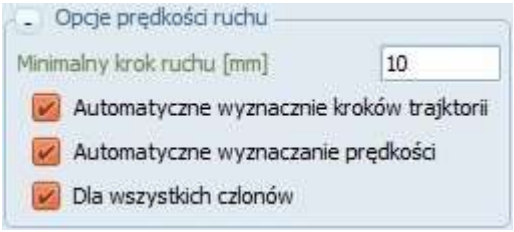
Prędkość symulacji zależny od wielu czynników i ustawień. Podstawowe parametry wpływające na aktualną szybkość symulacji to:

- Czy jest aktywna animacja ruchu
- Ustawienia suwaka prędkości
- Ustawienia parametrów czasowych symulacji w tym przede wszystkim parametr "Stały czas/ optymalna wydajność"
- Ustawień opcji prędkości ruchu
- Ustawień parametrów trajektorii ruchu tj. ilość punktów pośrednich

Uwaga

Kontrola prędkości ruchu ramienia możliwa jest jedynie przy włączonej animacji ruch. Bez tej opcji ruch odbywa się z maksymalna prędkością na którą nie można wpływać - brak czasowego renderingu pozycji elementów jaki i oddziaływań środowiska tj. dynamika obiektów. Każda pozycja jest bezzwłocznie szkicowana zatem sterując suwakami pozycją ramienia, prędkość ruchu uzależniona jest jedynie od szybkości przemieszczania suwaka.

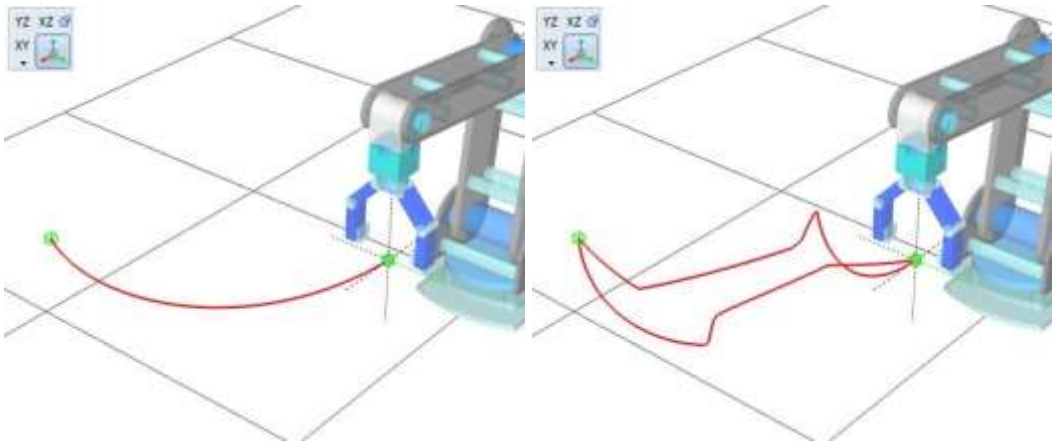
Ustawienia opcji prędkości



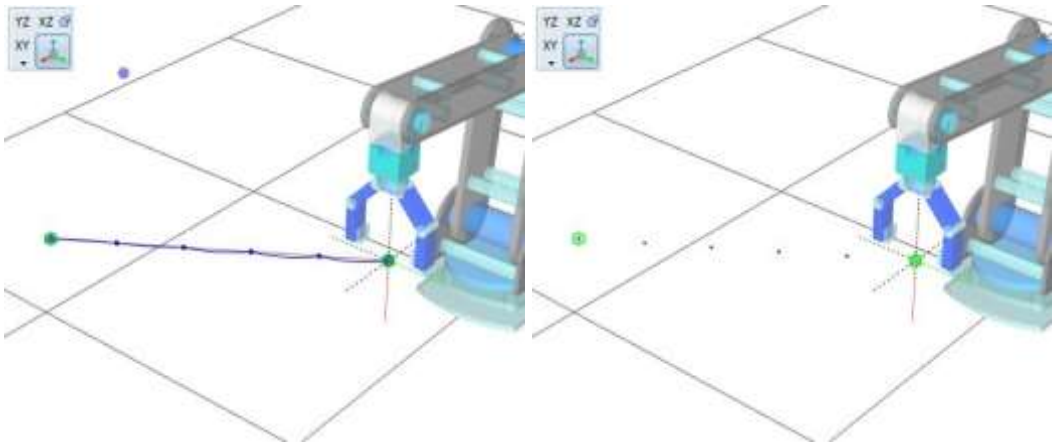
Dodatkowe opcje prędkości umieszczone są w panelu parametrów zakładce "Opcje dodatkowe" sekcja "Opcje prędkości ruchu". Można tam ustalić jak będzie wyznaczana prędkość ruchu ramienia jaki ilość kroków w ruchu po jednej z wybranych trajektorii tzn. czy ilość kroków w ruchu np. po trajektorii liniowej ma być zależne od parametru funkcji ruchu czy ma być wyznaczana na

bieżąco w zależności od odległości między punktami i wartości minimalnego kroku ruchu.

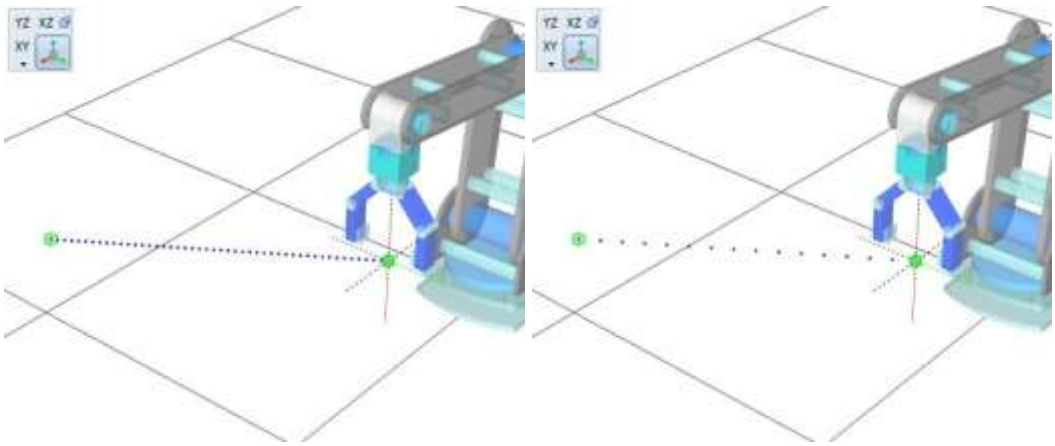
Przykłady trajektorii ruchu



Przykład trajektorii dowolnej dla ruchu z i bez automatycznego wyznaczania prędkości. W drugim przypadku prędkość członów jest jednakowa zatem szybkość wykonania ruchu przez człon nie jest uzależniona od odległości między punktami a jedyni od szybkości i wartości przemieszczenia danego członu dlatego część członów końcu ruch w chwili gdy inne nadal się poruszają. Przy wyznaczaniu automatycznie prędkości ruchu człony biorące udział w przemieszczeniu pomiędzy punktami kończą ruch w tym samym momencie zatem trajektoria jest niemal identyczna w obu kierunkach ruchu.



Przykład ruchu po trajektorii liniowej komenda "MVS P1,5" czyli z pięcioma punktami pośrednimi i z wyłączoną opcją automatycznego wyznaczania kroków trajektorii



Przykład ruchu po trajektorii liniowej z włączonym automatycznym wyznaczaniem kroków trajektorii w pierwszym przypadku minimalny krok to 5mm w drugim 15mm.

Dobór trajektorii

Wirtualne środowisko ››

Dobór trajektorii ruchu pozwala na uzyskanie żądanego profilu przemieszczania ramienia od punktu do punktu. Dostępne są dwa profile ruchu pomiędzy dwoma punktami:

- profil dowolny: ruch odbywa się w sposób zależny wyłącznie od prędkości poszczególnych członów
- profil liniowy: przemieszczanie pomiędzy punktami skrajnymi odbywa sie z wykorzystaniem wyznaczonych punktów pośrednich których liczbę należy podać jako parametr

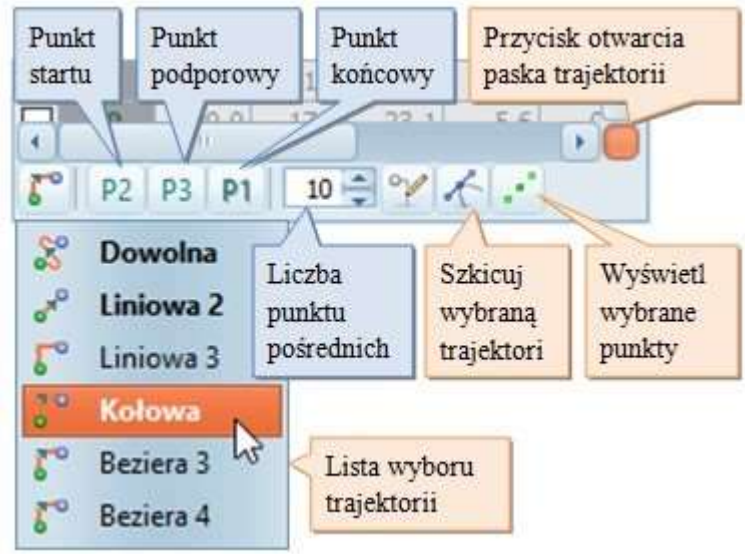
W celu uzyskania bardziej złożonych trajektorii ruchu wymagane jest określenie dodatkowego punktu podtrzymującego. Punkt ten pozwala wyznaczyć płaszczyznę w której będzie wykonywany ruch jak również dostarcza dodatkowe informacje niezbędne dla wybranej trajektorii. Dostępne są następujące trajektorie trójpunktowe:

- profil liniowy: ruch liniowy od punktu startowego do końcowego z przejściem przez punkt pośredni
- profil kołowy: ruch po wycinku koła przechodzącego przez trzy punkty, punkt pośredni wskazuje kierunek ruchu
- profil Bezisera: ruch po krzywej Bezisera III lub IV stopnia

Uwaga

Aby wyznaczyć położenie płaszczyzny w przestrzeni potrzebne są minimum trzy różne punkty dlatego należy zwrócić uwagę aby przy projektowaniu trajektorii nie wykorzystywać tych samych punktów.

Projektowanie trajektorii



Pasek projektowania trajektorii

- trajektoria bez interpolacji

- trajektoria z interpolacja liniową

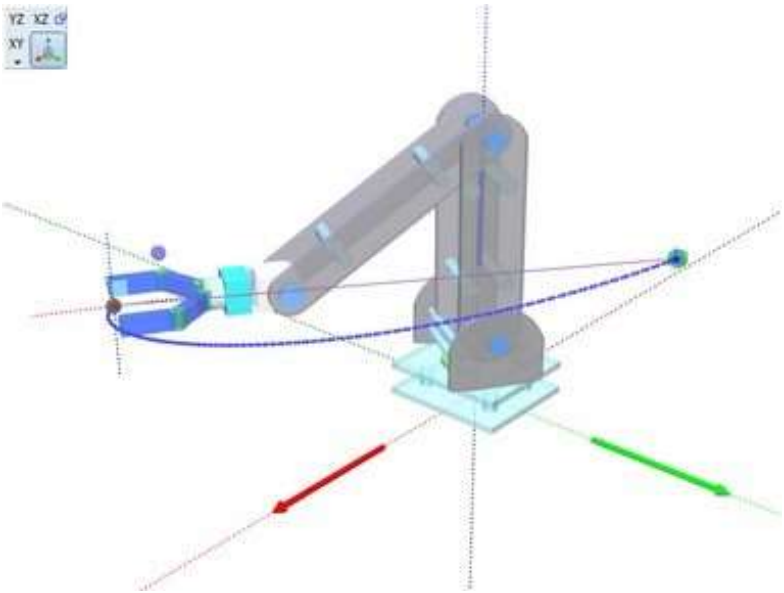
- trajektoria z 3-punktową interpolacją liniową (cosinus)

- trajektoria z interpolacją kołową

- trajektoria z interpolacją Bezisera

Do celów zmiany prędkości ruchu można się posłużyć narzędziami zamieszczonymi w panelu "Parametry" karta "Opcje dodatkowe" w sekcji "Opcje prędkości ruchu".

Panel pozwala zmienić maksymalną prędkość dla wszystkich członów oraz różne metody wyznaczania prędkości podczas ruchu ramienia. Najlepszą metodą uzyskania optymalnej prędkości ruchu jest wybór opcji (Automatyczne wyznaczenie prędkości). Opcja ta pozwala na automatyczne obliczanie aktualnej prędkości ruchu poszczególnych członów w zależności od długości ruchu jaki muszą wykonać tak aby uzyskać płynność ruch i identyczny czas zakończenia ruch dla wszystkich członów.



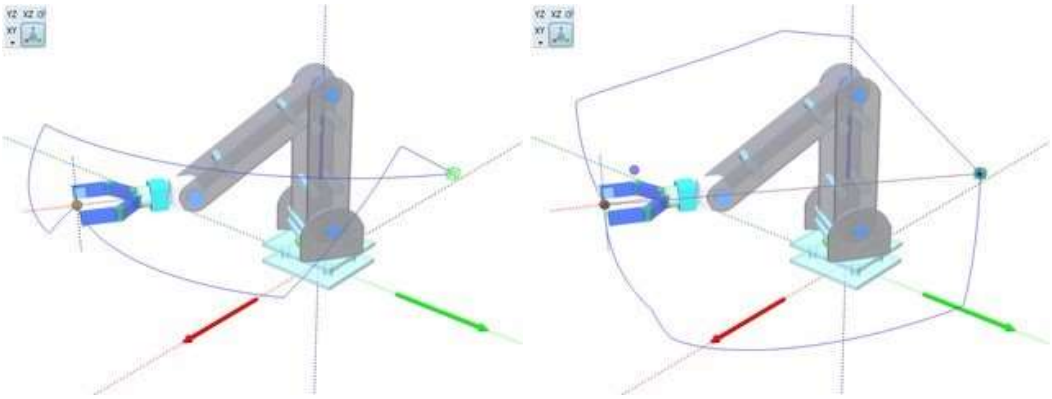
Przykład ruchu dla automatycznego wyznaczania prędkości

Uwaga

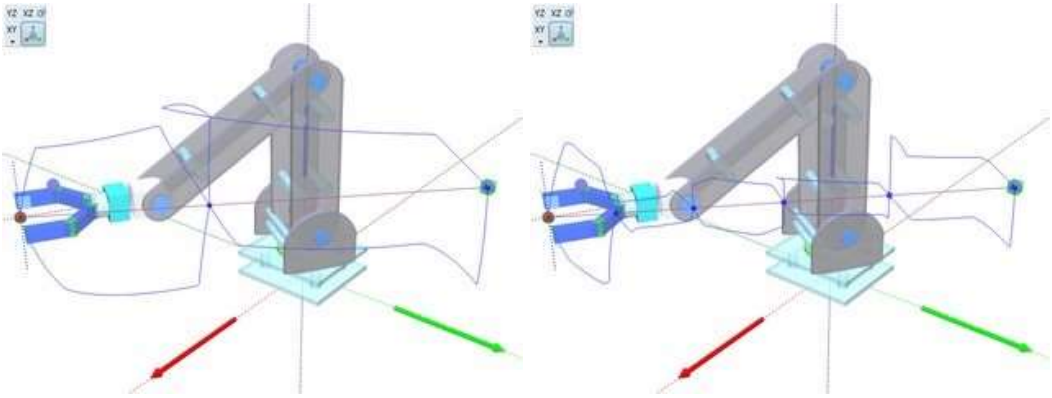
Na kształt np. trajektorii liniowej przy zadanej ilości przedziałów ma duży wpływ odległość pomiędzy punktami skrajnymi oraz prędkość poszczególnych członów.

Przykłady trajektorii

Przykład trajektorii dowolnej przy stałej i różnej prędkości poszczególnych członów

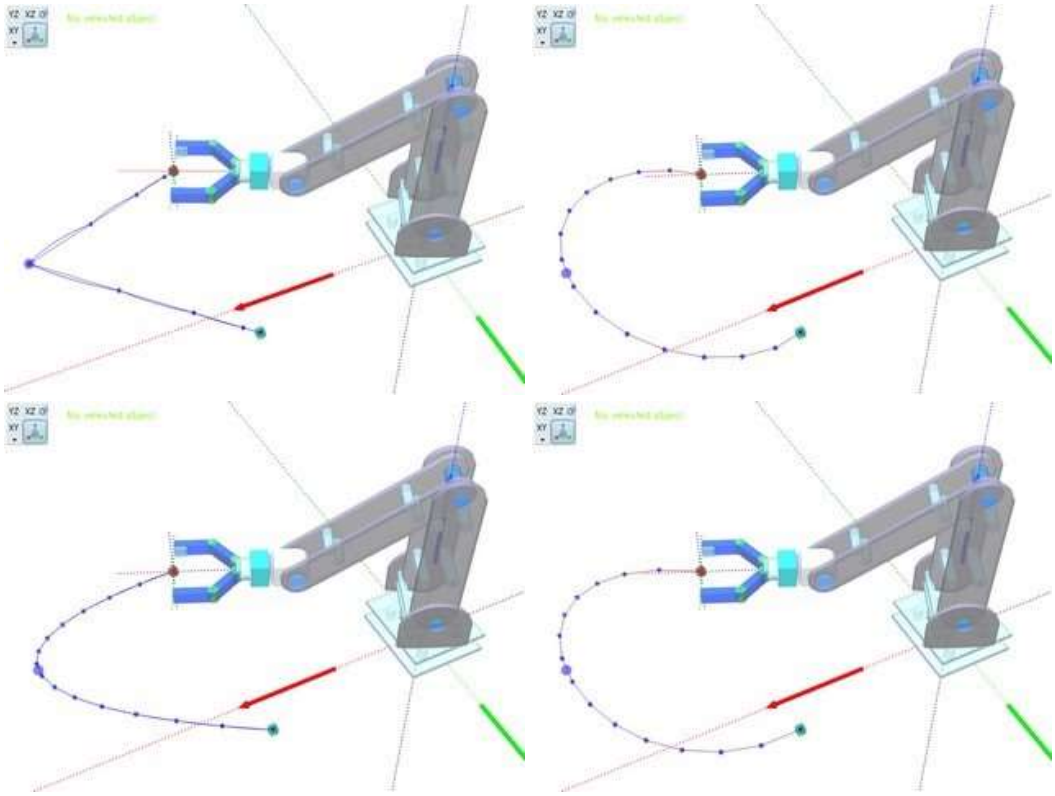


Trajektoria liniowa z różna liczba przedziałów (bez opcji automatycznej prędkości)



Aplikacja umożliwia wybór innych trajektori z urzyciem punktu podporowego tzw. 3-punktowe trajektorie:

- trójpunktowa trajektoria liniowa
- kołowa interpolacja
- Bezier 3-point Interpolate = Quadratic Bézier curve
- Bezier 4-point Interpolate = Cubic Bézier curve



Szkic śladu

Wirtualne środowisko ››

Aplikacja umożliwia szkicowanie śladu pozostawianego przez ramię robota który odzwierciedla poszczególne położenia ramienia w trakcie ruchu. Kolor linii śladu można zmienić w panelu "parametry" zakładce "Opcje dodatkowe" sekcji "Linie i bryły".

Pole kolory linii śladu odpowiadają za kolorystykę szkicu śladu ruchu gdzie pierwszy kolor związany jest z ruchem szybkim ramienia komanda MOV lub G00 drugi zaś kolor umożliwia szkic śladu przy wykorzystaniu komend odpowiedzialnych za ruch po wybranej trajektorii np. MVS/MVR lub G01/G02. Możliwe jest wyłączenie koloru linii przez wybranie koloru transparentnego wówczas ślad nie będzie dla danej grupy rysowany. Pole liczbowe pozwala na ustalenie grubości linii śladu.

Dodatkowym parametrem jest "Linia - krok pobrania punktu" odpowiadający za dokładność szkicowania śladu. Wartość ta odpowiada za pobieranie punktów w trakcie ruchu tzn. dla wartości:

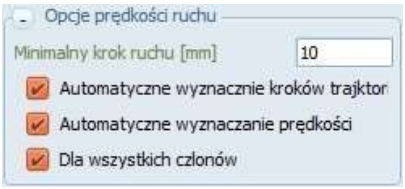
- 1: każda pozycja ramienia to oddzielny punkt śladu i przy wolnej prędkości ruchu punkty śladu będą bardzo gęsto szkicowane
- >1: określa co którą pozycję ramienia będzie rejestrowany punkt śladu

- 0: rejestrowane tylko znaczące punkty trajektorii ruchu, w przypadku ruchu szybkiego rejestrowane jedynie punkty zakończenia ruchu, dla trajektorii natomiast punkty początku i końca trajektorii oraz wyznaczone punkty pośrednie (zależnie od ilości deklarowanych przedziałów)

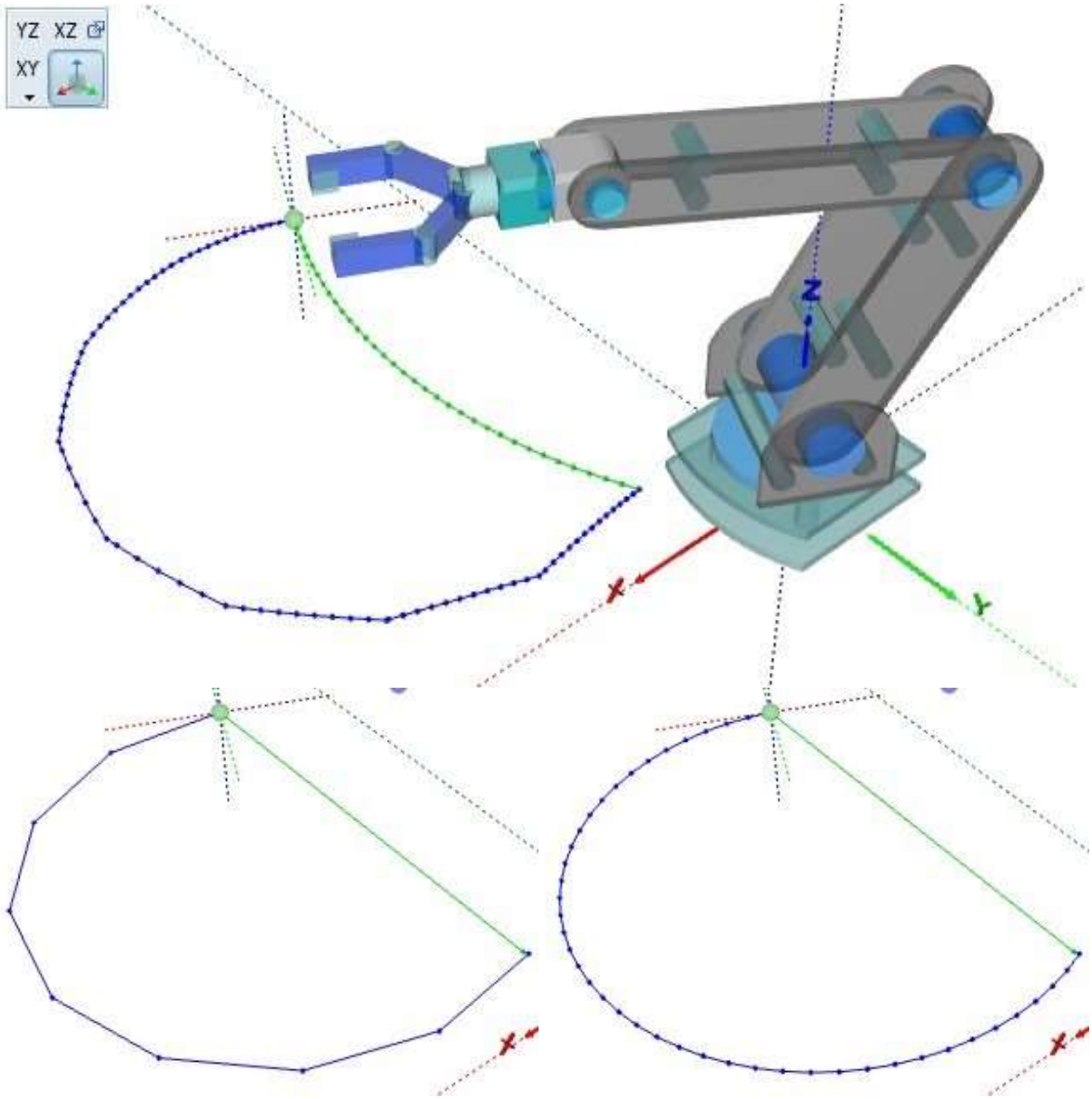
Informacja

Szkicowanie trajektorii z zerowym ustawieniem parametru Linia - krok pobrania punktu pozwala wykreślić ślad z rejestracją jedynie najbardziej znaczących punktów czyli np. rejestrując punkty podporowe trajektorii ruchu

Przykład śladu trajektoria kołowa - 8 punktów pośrednich dla:



- krok = 1 : rejestracja wszystkich punktów
- krok = 0 :najbardziej znaczące punkty, zadane punkty pośrednie
- krok = 0 :najbardziej znaczące punkty, automatyczne punkty pośrednie z minimalnym krokiem ruchu = 10mm



Jak widać na rysunku szkic z zerowym krokiem rejestruje tylko punkty wyznaczane matematycznie (pozycje startu i końca oraz punkty pośrednie trajektorii) dlatego w ruchu szybkim (linia zielona) nie zarejestrowano żadnego punktu pośredniego.

Widok śladu

Przycisk włączenia nanoszenia śladu daj możliwość przerywania szkicu i go wznawiania. Aby skasować ślad należy po zatrzymaniu szkicowania wymusić jego kasowanie przyciskiem lub skasować wszystkie dodatki przyciskiem

Przyciski widoku punktów oraz linii służą przełączaniu pomiędzy szeregiem opcji widoku.

Punkty śladu

- punkty w kształcie sześcianu
- punkty w kształcie bryły
- brak punktów

Linie śladu

- linia ciągła
- linia przerywana
- linia typu spline
- brak linii

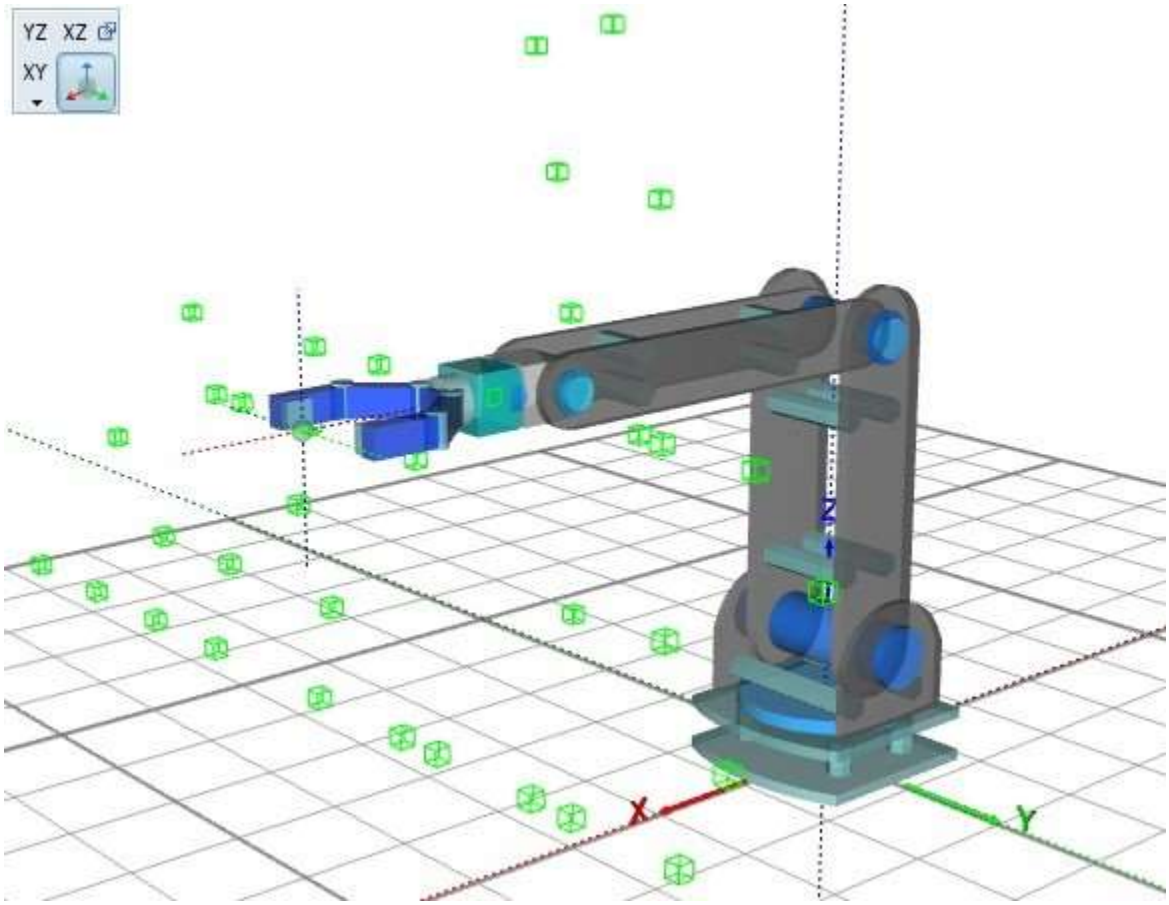
Szkic listy punktów

Wirtualne środowisko ››

Wyświetlenie wybranych punktów z uprzednio zebranej listy umożliwia na określenie poprawności utworzonej listy oraz pozycji poszczególnych punktów.

W celu wyświetlenia listy punktów należy z menu podręcznego panelu listy punktów wybrać opcję Wyświetlanie punktów co umożliwi pokazanie dodatkowej kolumny na liście z polami wyboru dzięki której możliwe będzie wybranie punktów do wyświetlenia. Oznaczając/odznaczając wybrane punkty można przygotować listę do wyświetlenia. Oznaczenie dla punktu P0 pozwala oznaczyć lub odznaczyć jednocześnie wszystkie punkty listy.

Tak przygotowaną listę można wysłać do środowiska 3D korzystając z przycisku . Punkty oznaczone na liście zostaną wówczas wyświetlone w postaci zielonych sześcianów w środowisku graficznym. Aby skasować wszystkie punkty należny nacisnąć przycisk .



Wyświetlenie listy punktów w środowisku 3D

Szkic przestrzeni roboczej

Wirtualne środowisko ››

Wykonywanie szkiców przestrzeni roboczej robota umożliwia przede wszystkim, oszacowanie przestrzeni w której można umieścić obiekty manipulacji dla robota. Szkice te dają również ogólny pogląd na zakresy ruchu nowo projektowanych robotów, pozwalają również oszacować umiejscowienie ograniczników ruchu poszczególnych członów czy określić/dobrać samą pozycję robota w przestrzeni jego pracy.
Roboty typu kartezjańskiego posiadają proste przestrzenie dające się przewidzieć na podstawie pozycji i rodzaju napędów jednak w robotach typu Arm czy DuoPod'ach i TriPod'ach szkic przestrzeni może być dużym zaskoczeniem dla użytkownika.
Do szkicowania przestrzeni roboczej zostało przygotowane odpowiednie narzędzie, które pozwala określić: metodę szkicu, dokładność oraz wskazać osie które będą brały udział w procesie szkicu.

Dostępne są dwie metody szkicu przestrzeni roboczej:

- JOG - szkic w układzie członów
- XYZ - szkic w układzie kartezjańskim

Oprócz wybrania metody należy określić kolejność członów oraz ich prędkość. Kolejność wskazuje, które człony/osie będą najbardziej znaczące, czyli który z członów będzie przemieszczany jako pierwszy i po zakończeniu jego ruchu z zadany krokiem (szybkością), dla którego zostanie wykonany przejście do kolejnego kroku tak aby powtórzyć cykl przemieszczeń poprzedniego członu.

Prędkość członu określa natomiast wartość stopni lub milimetrówka kolejnych kroków przemieszczeń danej osi. Im mniejsza wartość tym dokładniejszy szkic przestrzeni lecz jednocześnie dłuższy czas samego procesu.

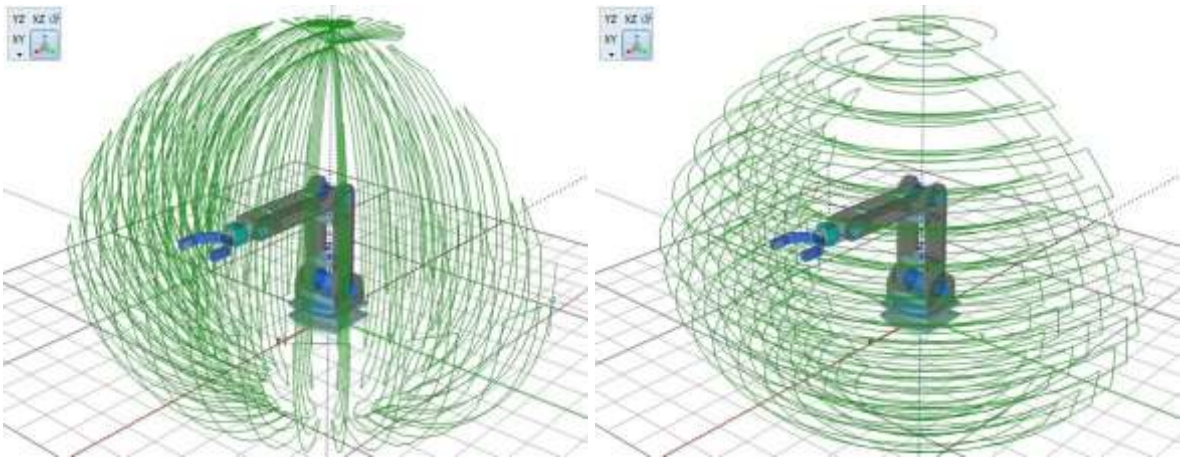
JOG - szkic w układzie członów

Szkicowanie przestrzeni tą metodą pozwala na przemieszczenie z zadanym krokiem wybranych członów jednocześnie nanosząc punkty/ślad ruchu. Pozwala to naszkicować siatkę przestrzeni opisanej przez wybrane człony. Niema konieczności wybierania wszystkich członów gdyż w wielu przypadkach ruchy członów lokalnych są bardzo małe a czasem wręcz nie wpływają na przemieszczenia. Przykładowo człon A w robocie o konstrukcji CBBBA odpowiedzialny jest tylko za obrót chwytaka i nie wpływa on na zmianę pozycji punktu TCP.

Dlatego najczęściej do szkicu przestrzeni brane są jedynie człony regionalne.

Szkic takiej przestrzeni bywa czasem długotrwały, dlatego aby przyspieszyć proces można posłużyć się opcją Przestrzeń zakresowa która ogranicza ilość wykonywanych ruchów wybranych ramion jedynie do ich skrajnych zakresów.

Przykłady przestrzeni dla dwóch kolejności członów 321 i odwrotnej 123.



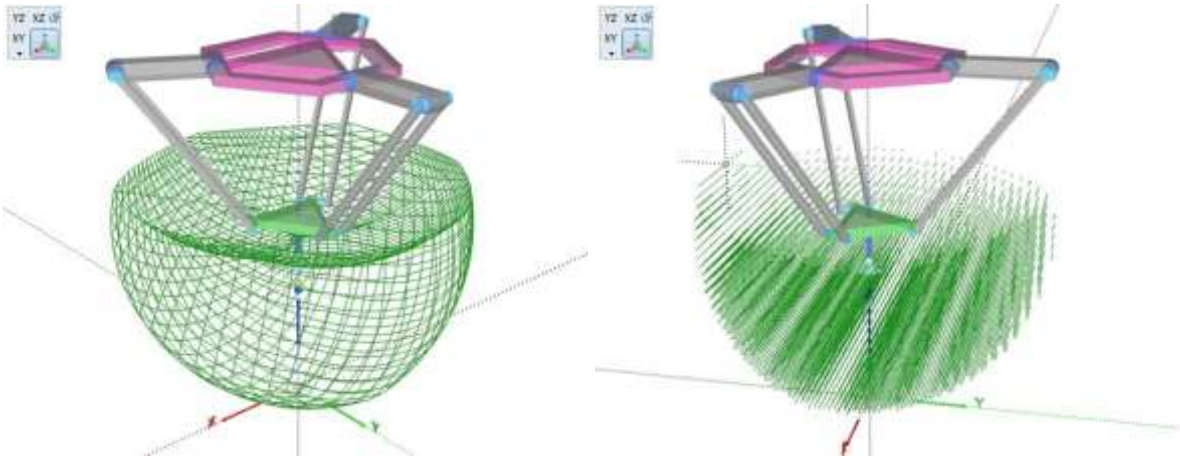
Przykłady przestrzeni zakresowa.

XYZ - szkic w układzie kartezjańskim

Szkicowanie przestrzeni tą metodą pozwala na przemieszczenie z zadanym krokiem członów względem osi X,Y i Z jednocześnie nanosząc punkty/ślad ruchu. Pozwala to naszkicować siatkę przestrzeni opisanej w układzie kartezjańskim.

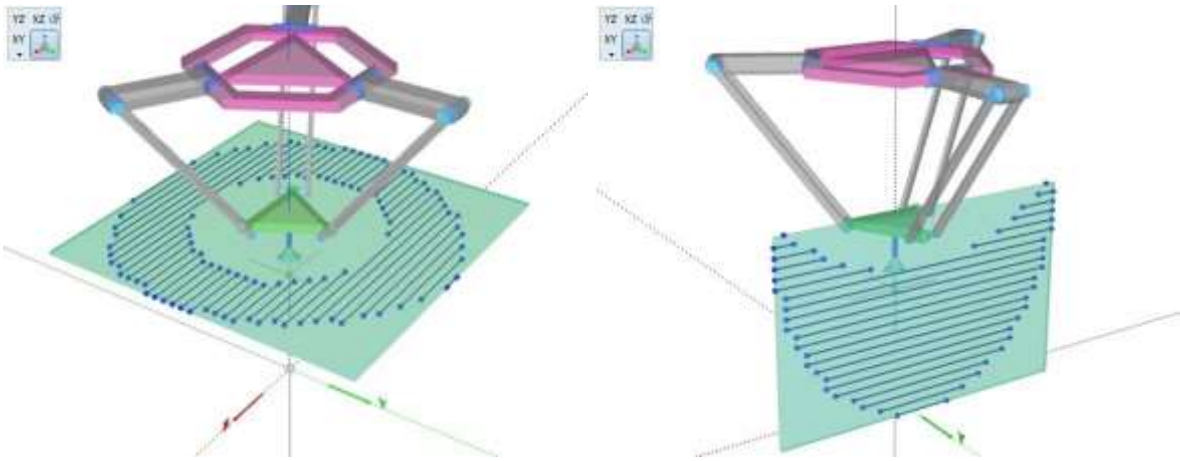
Uwaga
Szkic tą metodą możliwy jest jedynie dla robotów, dla których zostało wyznaczone zadanie odwrotne, ponieważ przemieszczanie członu wzdłuż wybranej osi wymaga zastosowania odpowiednich obliczeń celem wyznaczenia pozycji poszczególnych członów.

Przykłady przestrzeni TriPoda w metodzie JOG i metodzie XYZ



Tryb szkicu przestrzeni w układzie kartezjańskim umożliwia dodatkowo utworzenie płaszczyzn (plastrów) w jednej z wybranych płaszczyzn. Aby naszkicować taką płaszczyznę należy podać jedną z wartości X, Y lub Z pozycji wybranej płaszczyzny np. dla płaszczyzn XY należy określić pozycję płaszczyzny w osi Z czyli zmienić parametr w sekcji XYZ pos. Szkic ten pozwala ograniczyć ilość punktów i linii do wybranej płaszczyzny dzięki temu ułatwia to weryfikację pozycji obiektów manipulacji umieszczonych w zakresie tej płaszczyzny.

Przykłady "plastrów" w płaszczyźnie XY i XZ

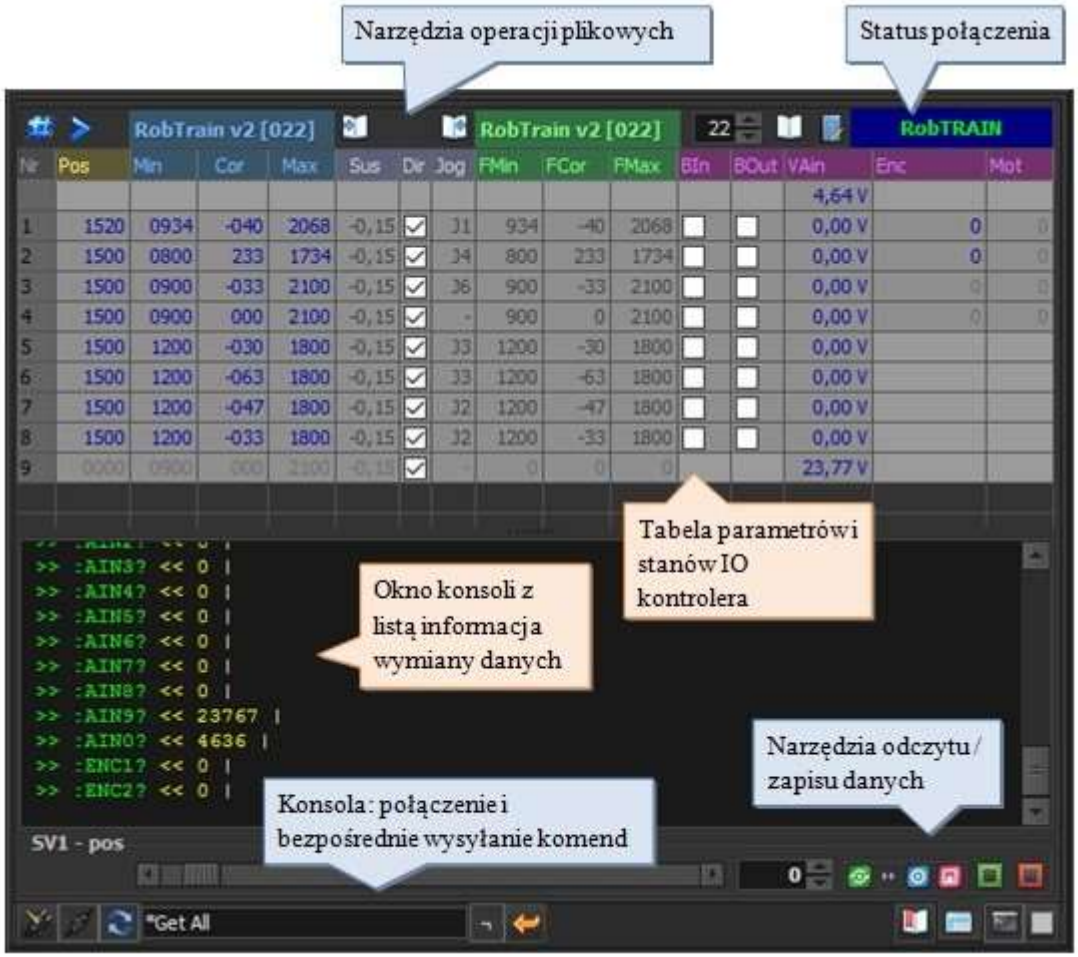


Konfigurator kontrolera

Konfigurator kontrolera rzeczywistego robota stanowi oddzielne narzędzie aplikacji RobLAB do którego dostęp jest możliwy po zalogowaniu na konto administratora

Po prawidłowym zalogowaniu na konto administratora w Panelu informacji dostępne będą dodatkowe narzędzie w tym przycisk przejścia do konfiguratora

Okno konfiguratora



Podstawowe sekcje okna konfiguratora kontroler robota rzeczywistego:

- Tabela parametrów
- Narzędzia operacji plikowych
- Automatyczny odczyt i zapis danych
- Obsługa konsoli
- Narzędzia odczytu zapisu danych

Tabela parametrów

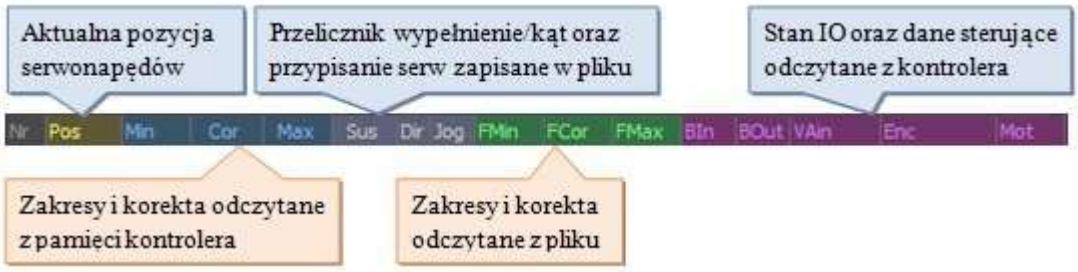
Konfigurator kontrolera ››

Nr	Pos	Min	Cor	Max	Sus	Dir	Jog	FMin	FCor	FMax	BIn	BOut	VAin	Enc	Mot
													4,64 V		
1	1520	0934	-040	2068	-0,15	☑	J1	934	-40	2068	☐	☐	0,00 V	0	0
2	1500	0800	233	1734	-0,15	☑	J4	800	233	1734	☐	☐	0,00 V	0	0
3	1500	0900	-033	2100	-0,15	☑	J6	900	-33	2100	☐	☐	0,00 V	0	0
4	1500	0900	000	2100	-0,15	☑	-	900	0	2100	☐	☐	0,00 V	0	0
5	1500	1200	-030	1800	-0,15	☑	J3	1200	-30	1800	☐	☐	0,00 V		
6	1500	1200	-063	1800	-0,15	☑	J3	1200	-63	1800	☐	☐	0,00 V		
7	1500	1200	-047	1800	-0,15	☑	J2	1200	-47	1800	☐	☐	0,00 V		
8	1500	1200	-033	1800	-0,15	☑	J2	1200	-33	1800	☐	☐	0,00 V		
9	0000	0900	000	2100	-0,15	☑	-	0	0	0			23,77 V		

Opis kolumn

Kolumna	Opis
Nr	numer parametru np. numer serwo-napędu
Pos	pozycja serwo-napędu [wypełnienie]
Min	minimalna pozycja [wypełnienie], ograniczenie zakresu ruchu napędu
Cor	korekta pozycji zerowej [-255..+255], pozwala przesunąć pozycję zerową serwo-napędu z domyślnej 1500us +/-Cor dzięki temu niwelowane są niedokładności montażowe napędu
Max	maksymalna pozycja [wypełnienie], ograniczenie zakresu ruchu napędu przelicznik wypełnienia na wartość kąta w stopniach, może być inne np. dla serw
Sus	dynamixel odwrócenie wartości Sus pozwalające zmienić znak wyznaczanego kąta czyli odwrócić
Dir	kierunek serwa numer osi przypisanej do serwo-napędu [G1,G2,J1..J6], niektóre osie mają przypisane
Jog	dwa serwa ponieważ serwa te pracując przeciwbieżnie obsługują tę samą oś
FMin	minimalna pozycja [wypełnienie], zapisana w pliku
FCor	korekta pozycji zerowej [-255..+255], zapisana w pliku
FMax	maksymalna pozycja [wypełnienie], zapisana w pliku
BIn	stan wejść binarnych
BOut	stan wyjść binarnych
VAIn	stan wejść analogowych [V - napięcie], Nr 0 - napięcie elektroniki, Nr 9 - napięcie robocze 24VDC
Enc	stan enkoderów
Mot	stan sterowania silników

Oznaczenia kolorystyczne wskazują wydzielone grupy parametrów:



Pliki konfiguracyjne

Konfigurator kontrolera ››
Operacje plikowe

Dane zawarte w tabeli zawierają parametry odczytane z pamięci kontroler oraz odczytane z pliku konfiguracyjnego. Podstawowe operacje wykonywane na danych tabeli to:

- Odczyt danych z pamięci kontrolera
- Ustawienie parametrów nowego kontrolera
- Zapis parametrów do pliku
- Odczyt parametrów z pliku
- Automatyczny odczyt danych z pliku i zapis do pamięci kontrolera na podstawie numeru kontrolera

Opis podstawowych narzędzi operacji plikowych

- aktualizacja numeru kontrolera wraz z niezbędnymi parametrami

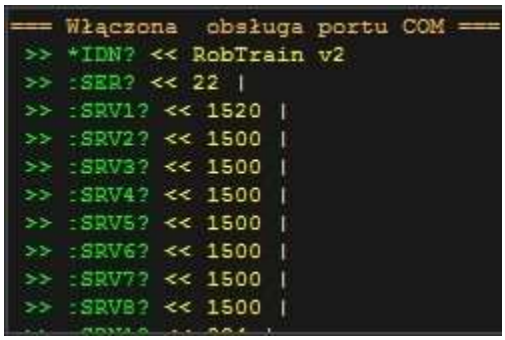
- odczytanie wszystkich parametrów z pamięci kontrolera

- przepisanie danych z tabeli kontrolera do tabeli pliku - przepisanie danych z tabeli pliku do tabeli kontrolera

- odczyt danych z pliku

- zapis danych do pliku

Odczyt danych z pamięci kontrolera



Dane z kontrolera można odczytywać pojedynczo wydając odpowiednie komendy, można też posłużyć się narzędziem odczytu wszystkich parametrów jednocześnie.

- odczytanie wszystkich parametrów z pamięci kontrolera

Ustawienie parametrów nowego kontrolera

Nadanie unikalnego numeru

Pierwszym etapem konfiguracji nowego kontrolera jest przypisanie mu unikatowego numeru. W tym celu należy kliknąć w tabeli w komórkę bez przypisanej wartości tak aby w opisie panelu zmiany ustawień parametrów pojawił się napis "Controler number" wskazujący na aktywność zmiany numeru kontroler a następnie z pomocą suwaka lub pola edycyjnego ustawić pożądany numer kontrolera. Tak przygotowany parametr numeru należy wysłać do pamięci kontrolera i zapisać go w pamięci nieulotnej.

Ustawienie korekt pozycji zero

W następnej kolejności należy przypisać poszczególnym serwom nowe ustawienia korekt pozycji zera wysyłając i zapisując do pamięci nieulotnej nowe nastawy. Wprowadzając korekty i wysyłając dane do kontrolera robot na bieżąco będzie aktualizował pozycję ramienia dzięki temu można zaobserwować wyniki wprowadzanych zmian.

Ustawienie zakresu ruchu

Ostatecznie należy ustawić odpowiednie zakresy minimalne i maksymalne. aby ułatwić sobie proces ustawienia zakresu można posłużyć się parametrem pozycji i doprowadzić ramię robota do pozycji min i max a następnie odczytane wartości przypisać odpowiednim parametrom.

Zapis parametrów do pliku

Zapis danych może być przeprowadzany w dwóch wariantach:

- dla nowej konfiguracji kontrolera: gdzie po wprowadzeniu i zapisaniu nowych parametrów korekt oraz zakresów należy jeszcze ustalić przypisanie osi do poszczególnych serwo-napędów (parametr Jog) oraz przypisać im parametr przeliczeniowy wypełnienia na kąt z ustaleniem kierunku ruchu serwo-napędu dla danej osi (parametr Sus).

Informacja
Dla klasycznych serw przelicznik wynosi 0.15 co oznacza że:
1 mikrosekundzie wypełnienia = 0.15 stopnia oraz 1 stopień = 4 mikrosekundy.

- dla odczytanej konfiguracji kontrolera: po odczytaniu ustawień korekt i zakresowych z pamięci kontrolera należy jeszcze zwrócić uwagę na ustawienia parametrów Jog i Sus.

Przed zapisaniem parametrów do pliku należny jeszcze przepisać kolumny tabeli zawierające dane korekt i zakresów odpowiadających kontrolerowi (niebieskie kolumny) do lustrzanych kolumn korekt i zakresów odpowiadających danym pliku (zielone kolumny). Aby tego dokonać należy posłużyć się przyciskiem

Aby tak przygotowane dane zapisać należy wprowadzić numer kontrolera w polu edycyjnym pliku (numer powinien być taki sam jaki został przypisany/odczytany kontrolerowi). Następnie należy nacisnąć przycisk co spowoduje zapisanie danych w pliku ..\Data\RobTrain.def w sekcji o nazwie [Robot_wersja kontrolera.numer kontrolera] np. [Robot_2.12] Odczyt parametrów z pliku

aby odczytać dane kontrolera z pliku należy ustawić odpowiedni numer kontrolera w polu edycyjnym pliku a następnie nacisnąć przycisk . Odczytane dane zostaną odpowiednio umieszczone w kolumnach korekt i zakresów plikowych oraz kolumn przypisania osi do serw i przelicznika wypełnień na kąty.

Odczytane dane należy przepisać do kolumn korekt i zakresowych odpowiadających kontrolerowi , a następnie przesłać je do pamięci kontrolera przycisk (wysłanie wszystkich parametrów Min, Cor i Max do kontrolera) oraz zapisać do pamięci nieulotnej

Automatyczny odczyt i zapis danych

Korzystając z narzędzia można podając numer kontrolera odczytać z pliku uprzednio zapisane jego parametry, nadać podany numer kontrolerowi i przepisać odczytane parametry do pamięci kontrolera.

Po wydaniu tego polecenia otworzy się okno w którym należy wpisać numer kontrolera a następnie nacisnąć przycisk "Wykonaj"

Konsola

Konfigurator kontrolera ››

Konsola stanowi podstawowe narzędzie komunikacji z kontrolerem poprzez port COM. Umożliwia ona bezpośrednie przesyłanie komend i ramek sterujących oraz odczyt nadesłanych danych przez kontroler. Wykorzystywane do celów diagnostycznych oraz głębszej konfiguracji kontrolera.

Pole komend konsoli pozwala na wpisywanie odpowiednio sformatowanych komend sterujących oraz zapytań wysyłanych do kontrolera. Wykorzystując przyciski strzałem góra/duł znajdując się w tym polu mamy możliwość przewijania listy przykładowych komend komunikacyjnych dla kontrolera w wersji 2.

Każda wysłana komenda przy włączonej opcji zostanie wyświetlona w oknie konsoli wraz z odpowiedzią kontrolera jeżeli takowa nadejdzie (zielona czcionka - dane wysłane, żółta - dane odebrane).

Włączenie opcji umożliwia również podgląd komunikacji na porcie COM w przypadku korzystania z innych narzędzie konfiguratora.

Opis podstawowych narzędzi konsoli

- ustawienia portu COM
- otwarcie/zamknięcie portu COM (nawiązanie połączenia)
- błąd otwarcia portu COM
- synchroniczna/asynchroniczna komunikacja
- dodanie przejście do następnej linii na końcu wysyłanej komendy
- wysłanie wpisanej komendy w polu konsoli
- aktywacja wyświetlania wymiany danych na porcie COM
- czyszczenie okna konsoli

Konfiguracja

Konfigurator kontrolera ››

Opis narzędzi odczytu/zapisu danych

- - wysłanie zapytania o parametr
- - auto wysyłanie parametru (po zmianie pola lub suwaka)
- - wysłanie nowego ustawienia parametru
- - zapisanie parametru do pamięci nieulotnej
- - Wysłanie wszystkich parametrów do RAM
- - Zapisanie wszystkich parametrów w EPROM

Odczyt parametru

W celu odczytania parametru należy oznaczyć go w tabeli a następnie nacisnąć przycisk Zapis parametru

W celu zapisu parametru należy oznaczyć go w tabeli zmienić jego wartość suwakiem lub edytując pole edycyjne a następnie nacisnąć przycisk .

Załączenie przycisku nie wymaga po zmianie wartości parametru potwierdzanie jego wysłania przycisk .

Jeśli ustawienia parametru są ostateczne i nie wymagają już korekty należy zapisać jego wartość do pamięci nieulotnej przyciskiem .

Uwaga
Wymagane parametry konfiguracji kontrolera to:
unikalny numer kontrolera, korekta [Cor], wartość minimalna [Min] i wartość maksymalna [Max]. Pozostałe parametry nie są przechowywane w pamięci kontrolera np. przelicznik wypełnienie/kąt czy przypisanie serw do osi.

Należy pamiętać aby parametry te zapisać ostatecznie do EPROM w przeciwnym wypadku zostaną one przywrócone do wartości poprzednich po wyłączeniu zasilania kontrolera.

Informacja
Parametry tj. wejścia/wyjścia binarne, stan enkodera czy ustawienia silnika oraz ustawienia serwonapędów wynikają z aktualnego ich stanu/ustawień i po wyłączeniu zasilania są zerowane.

Połączenie z robotem

Konfigurator kontrolera ››

Po prawidłowo procesie konfiguracji i zapisaniu danych konfiguracyjnych do pliku można bez przeszkód nawiązać połączenie aplikacji z robotem celem jego sterowania i programowania.

W tym celu należy otworzyć bądź przygotować projekt wirtualnego środowisk reprezentującego konstrukcyjnie rzeczywiste stanowisko, głównie chodzi o poprawne dobranie konstrukcji robota i jego łańcuch kinematycznego. Następnie nawiązać połączenie z robotem rzeczywistym korzystając z narzędzi:

- nawiązanie połączenia z wirtualnym robotem [F7]

- nawiązanie połączenia z rzeczywistym robotem [F8]

Uwaga

Źle dobrany łańcuch kinematyczny może skutkować wadliwą pracą robota.

Informacja

Jeśli wystąpią problemy komunikacji podczas nawiązywania połączenia należy sprawdzić ustawienia portu COM oraz prawidłowość podłączenia przewodu do kontrolera

Podczas nawiązywania połączenia realizowane są następujące czynności:

- otwarcie portu COM
- wysłanie zapytania o wersje kontrolera
- wysłanie zapytania o numer kontrolera
- odczyt danych zakresowych z pamięci kontrolera
- odczyt danych konfiguracyjnych z pliku na podstawie otrzymanego numeru kontrolera
- test poprawności danych zakresowych i korekt [plik == kontroler]
- test jednakowych zakresów robota rzeczywistego i wirtualnego
- odczytanie aktualnej pozycji robota rzeczywistego

Na każdym z etapów może wystąpić jakaś niezgodność wówczas o ile aplikacja otrzymała informację o wersji i numerze kontrolera nastąpi otwarcie okna informacyjnego które może posłużyć do weryfikacji i naprawy wykrytych niezgodności.

Opis testów i działań

- Utwórz plik .\Data\RobTrain.def: w przypadku braku pliku konfiguracyjnego aplikacja umożliwia utworzenie go na nowo.
- Zapisanie danych podłączonego robota: w przypadku braku danych aktualnie podłączonego kontrolera (danych dla uzyskanego numeru kontrolera)
- Testuj dane zakresowe: porównanie danych zakresowych i korekt odczytanych z kontrolera i z pliku
- Przepisz dane do projektu: przepisanie konfiguracji przypisania serwonapędów oraz przeliczników do aktualnie otwartego projektu
- Ustaw zakresy robota wirtualnego: ustawienie zakresów min i max na podstawie danych konfiguracyjnych podłączonego robota

Uwaga
W przypadku problemów z plikiem konfiguracyjnym (dwie pierwsze opcje z napisem "NON"), należy zwrócić szczególną uwagę gdyż powodem może być np. uszkodzenie pamięci kontrolera.

Powody braku pliku lub braku danych w pliku:

- Pierwsze uruchomienie aplikacji po jej instalacji: brak pliku konfiguracyjnego lub plik jedynie z domyślnymi ustawieniami (patrz metody postępowania)
- Podczas każdego uruchomienia aplikacji - niezgodność danych: plik konfiguracyjny zabezpieczony przed zapisem lub uszkodzenie pamięci kontrolera i utrata przez niego danych konfiguracyjnych
- Zmiana kontrolera robota: wymiana lub zamiana kontrolera który jeszcze nie był uruchamiany na danym stanowisku i brak jego danych zapisanych w pliku

Metody postępowania:

- Przerwanie połączenia i skopiowanie pliku RobTrain.def z dostarczonego pendriva do katalogu aplikacji .\Data\..
- Pozwolenie aplikacji (na własne ryzyko) na utworzenie pliku i zapisaniu danych odczytanych z kontrolera

Informacja
Page

Okno konfiguracji i testów może wyświetlić się podczas pierwszego uruchomienia połączenia dla nowo utworzonego projektu. Wówczas aktywne będą tylko dwa ostatnie działania czyli: przepisanie danych do projektu i ustawienie zakresów robota wirtualnego. Kolejne nawiązywanie połączenia z tego projektu nie wywoła już okna konfiguracji i testów.

Podstawy robotyki

"Robotyka dziedzina nauki i techniki zajmująca się teorią, realizacją i zastosowaniami maszyn przeznaczonych do wspomagania lub realizacji czynności energetyczno-ruchowych, sensualnych i intelektualnych człowieka (nazywanych potocznie robotami)."

"... Może się więc zdarzyć, że staniemy się maskotkami dla komputerów, że będziemy traktowani przez robot jak pokojowe pieski, ale mam nadzieję, iż jeśli zajdzie potrzeba, zawsze będziemy mogli wyciągnąć wtyczkę z gniazdka elektrycznego ..."

Artur C. Clark
według

Michio Kaku How Science Will Revolutionize the 21st Century, 1997

Robotyka jest działem automatyki przemysłowej opisującym zagadnienia tj.:

- podstawowe pojęcia
- łańcuch kinematyczny
- konstrukcje manipulatorów i robotów przemysłowych
- matematyczne zależności stosowane przy sterowaniu robotami
- sposoby programowania
- podstawy użytkowania robotów przemysłowych

Podstawowe pojęcia

Robotyka dzieli się na następujące działy:

- robotykę teoretyczną: analiza, synteza i sterowanie mechanizmów i napędów robotów
- robotykę ogólną: aspekty społeczne i ekonomiczne zastosowań robotów
- robotykę przemysłową: zastosowanie robotów w różnych gałęziach przemysłu (robotyzacja)
- robotykę pomiarową (metrologiczną): do celów pomiarowych, kontrolnych, diagnostycznych
- robotykę medyczną: zastosowanie robotów w chirurgii, terapii, ortotyce, protetyce i rehabilitacji
- robotykę mobilną (maszyn lokomocyjnych): budowy maszyn kroczących (pedipulatorów), jezdnych itp. do realizacji funkcji chodu,biegu, skoku, pełzania itd.
- robotykę poza przemysłową (usługową lub inspekcyjną): zastosowanie robotów, szczególnie robotów mobilnych, do penetracji i inspekcji zamkniętych lub niebezpiecznych dla człowieka przestrzeni instalacji przemysłowych, zbiorników, prac podwodnych, prac w kosmosie, w badaniach naukowych, w celach wojskowych.
- robotykę antropomorfów (robotykę humanoidów): budowy maszyn antropomorficznych (o wyraźnych cechach budowy szkieletu lub układu mięśniowego człowieka lub zwierząt).

Robot - cybernetyczna maszyna lokomocyjno-manipulacyjna przeznaczona do wspomagania lub realizacji czynności energetyczno-ruchowych, sensualnych i intelektualnych człowieka (nazywana maszyną manipulacyjną lub maszyną lokomocyjno-manipulacyjną)

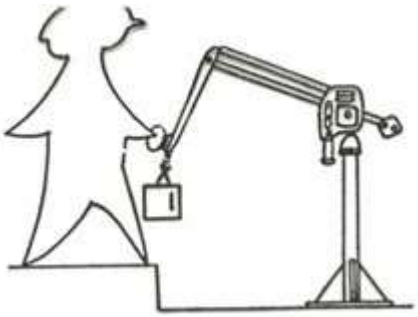
W robotyce traktuje się roboty jako najwyżej zorganizowaną-uwzględniając stopień złożoności urządzeń i zespołów składowych oraz najbardziej zaawansowaną-uwzględniając zakres możliwości zastępowania czynności człowieka podklasę maszyn lokomocyjno-manipulacyjnych;

Charakteryzują się ogólnie:

- programowaniem - przez nauczanie powierzonego zadania
- rozbudowaną sensoryką pełniącą funkcje zmysłów człowieka (wzroku, dotyku, słuchu i komunikacji głosowej)
- uniwersalnością zdolnością wykonywania różnych zadań (np.wytwórczych, inspekcyjnych, usługowych)
- umiejętnością adaptacji określonego, inteligentnego reagowania na zmiany otoczenia i żądanie zmiany realizowanego zadania

Podział maszyn lokomocyjno-manipulacyjnych na klasy - ze względu na sposób sterowania:

maszyny sterowane ręcznie, wspomagające czynności człowieka

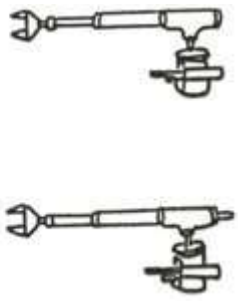


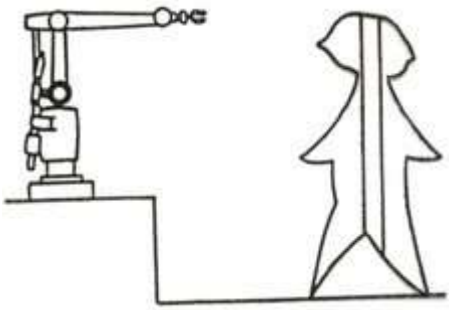
serwooperatory, teleoperatory,

maszyny sterowane bezpośrednio pośrednio, przez człowieka

maszyny sterowane zdalnie, przez człowieka

maszyny sterowane automatycznie, realizujące wybrane czynności wykonywane przez człowieka





manipulatory, robot,

maszyny sterowane stałoprogramowo maszyny sterowane programowo

Łańcuch kinematyczny

Mechanizm kinematyczny jest układem nośno-ruchowym robota (ogólnie: maszyny lokomocyjnomanipulacyjnej lub maszyny manipulacyjnej); inne nazwy: układ mechaniczny, układ manipulacyjny, manipulator, ramię robota jest zbudowany z połączonych ruchowo członów (mechanicznych, kinematycznych) w postaci łańcucha (kinematycznego).

Łańcuch kinematyczny mechanizmu może być:

- otwarty(powszechne rozwiązanie)
- zamknięty

Para kinematyczna jest połączeniem ruchowym dwóch członów (łańcucha); każdy człon jest półparą kinematyczną.

Połączenie kinematyczne nakłada więzy na połączone człony odbiera stopnie swobody, połączenie (para kinematyczna) jest określane klasą, od I do V, w zależności od liczby odbieranych stopni swobody.

Mechanizm (łańcuch) kinematyczny określają trzy parametry kinematyczne:

- liczba stopni swobody s

$$s = 6\,n - \sum_{i=1}^{5} i\;p_i$$

gdzie: n liczba członów (bez uwzględnienia członów kinematycznie zbędnych), pi liczba połączeń (par) członów kinematycznych o i tej klasie

- ruchliwość (liczba stopni ruchliwości)

$$r = 6\,(n-1) - \sum_{i=1}^{5} i\;p_i$$

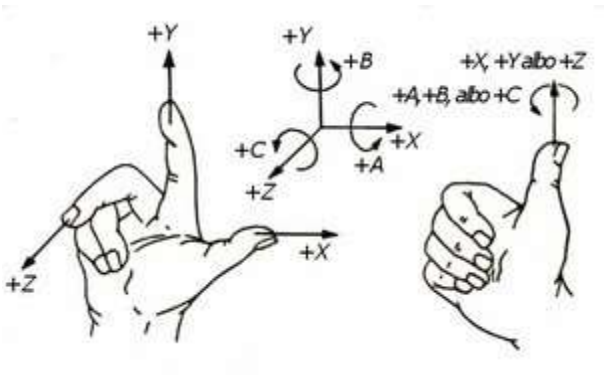
(po unieruchomieniu pierwszego członu sytuacja typowa)

- manewrowość (liczba stopni manewrowości)

$$m = 6\,(n-2) - \sum_{i=1}^{5} i\;p_i$$

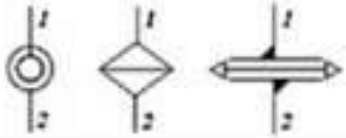
Oznaczenia par kinematycznych

Syntetycznego zapisu struktury kinematycznej, z uwzględnieniem symboliki oznaczeń wzorowanej na technice obrabiarkowej (NC), opar-tej na tzw. prawoskrętnym układzie osi ruchu

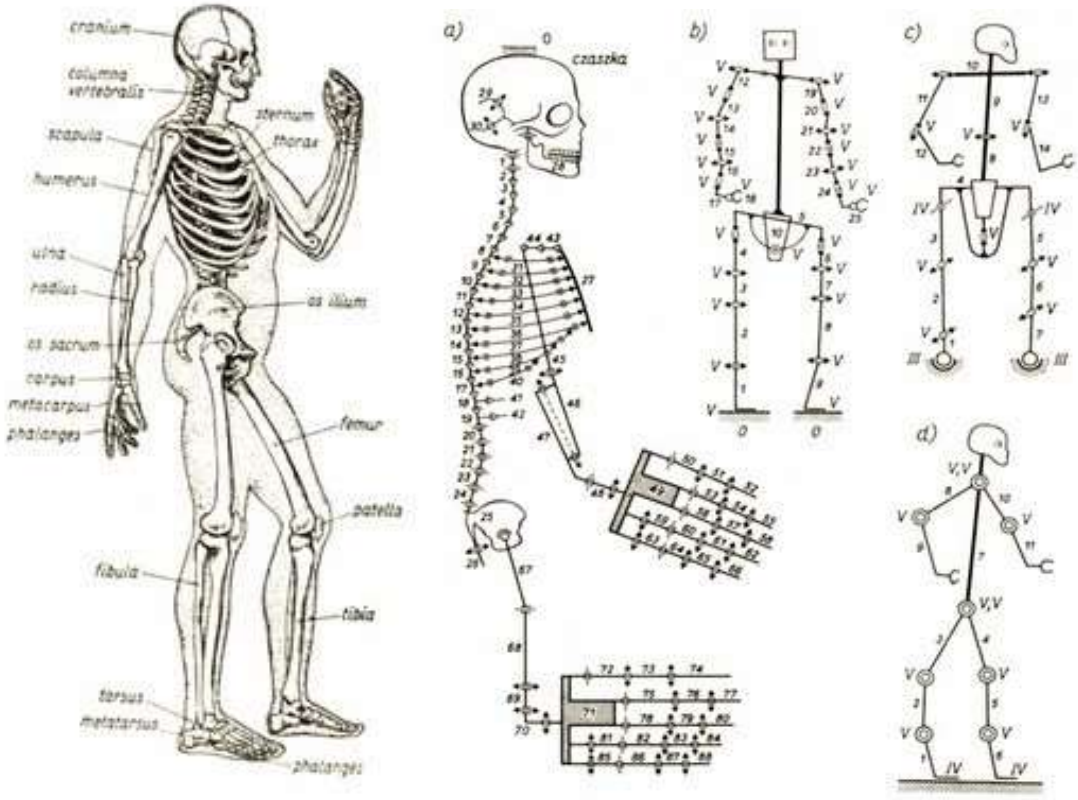


Pary kinematyczne

Oznaczenia połączeń par kinematycznych II-V klasy

Klasa	Liczba węzłów	Liczba stopni swobody	Rodzaje ruchów pary	Oznaczenie
III	3	3	3 ruchy obrotowe	
	3	3	2 ruchy obrotowe + 1 ruch liniowy	
	3	3	1 ruch obrotowy + 2 ruchy liniowe	
IV	4	2	2 ruchy obrotowe	
	4	2	1 ruch obrotowy + 1 ruch liniowy	
V	5	1	1 ruch obrotowy	
	5	1	1 ruch liniowy	
1,2 – człony tworzące parę kinematyczną				

Człowiek łańcuch kinematyczny



Stałe biomechanizmu człowieka

- szkielet: 250 stopni swobody
- kończyna: 30 stopni swobody
- dłoń z kiścią: 22 stopnie swobody

Para kinematyczna jest połączeniem ruchowym dwóch członów (łańcucha); każdy człon jest półparą kinematyczną.

Ruch biomechanizmu...

... jest realizowany przy pomocy aktonów mięśniowych (mięśni lub ich części rozwijających ukierunkowaną siłę):

l kończyna górna: 66 aktonów wywołujących 264 elementarne ruchy l
kończyna dolna: 71 aktonów wywołujących 269 elementarnych ruchów

... jest realizowany w przestrzeniach:

- globalnej, odpowiadającej ruchom lokomocyjnym człowieka (teoretycznie nieograniczonej, w warunkach produkcyjnych objętość stanowiska produkcyjnego, rzędu kilku kilkunastu m3),
- regionalnej, odpowiadającej ruchom manipulacyjnym ręki człowieka (ruchom ramienia przy unieruchomionym korpusie objętość ok. 0,5 m3),
- lokalnej, odpowiadającej ruchom orientacyjnym dłoni wraz z kiścią człowieka (ruch dłoni wraz z kiścią przy unieruchomionym ramieniu objętość ok. 1 dm3 ; graniczna objętość chwytania ok. 1 mm3, w wa-runkach produkcyjnych > 1 cm3).

Parametry energetyczne ruchu biomechanizmu:

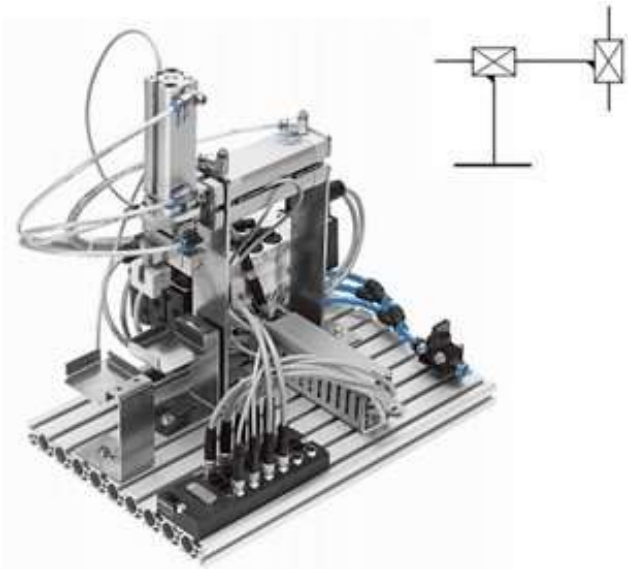
- moc wewnętrzna przemiany materii w organizmie człowieka od 80 W (bezruch) do ok. 20 kW
- przy wysiłku wydatkowanym w czasie nie dłuższym niż 1 s
- w warunkach produkcyjnych: od kilkuset W przy pracy acyklicznej do ok. 100 W przy pracy ciągłej
- ruch lokomocyjny masy własnej ok. 70 kg:od ok.10 m/s (ruch krótkotrwały) do ok. 1 m/s (ruch ciągły)
- ruch manipulacyjny masy obciążenia:

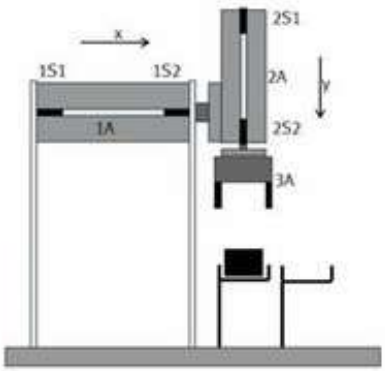
- 12 .. 25 kg z prędkością ok. 0,8 m/s (ruch ciągły)
- do 50 kg (ruch krótkotrwały)

- sprawność: od 0,... do 0,3

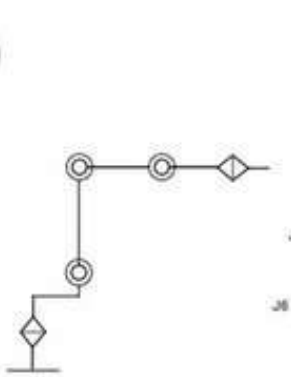
Przykłady

MecLab





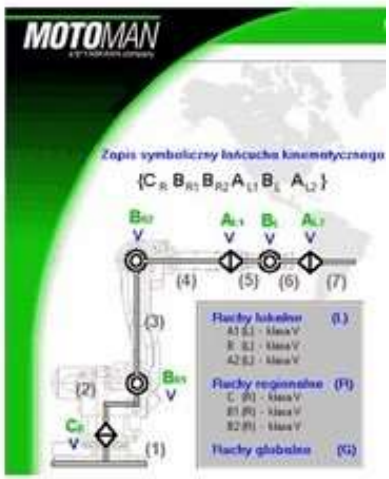
Mitsubishi RV-2AJ



MotoMan

Parametry Manipulatora

Nazwa osi manipulatora		Prędkość	Zakres ruchu
Podstawa manipulatora	(1)	0,16 rad/s	+135°, -135°
Dolne ramie	(2)	0,08 rad/s	+100°, -150°
Górne ramie	(3)	0,10 rad/s	+135°, -135°
Nadgarstek	(4)	0,19 rad/s	+130°, -130°
Przegub	(5)	0,23 rad/s	+135°, -135°
Obrót szczęk chwytaka	(6)	0,84 rad/s	+270°, -270°



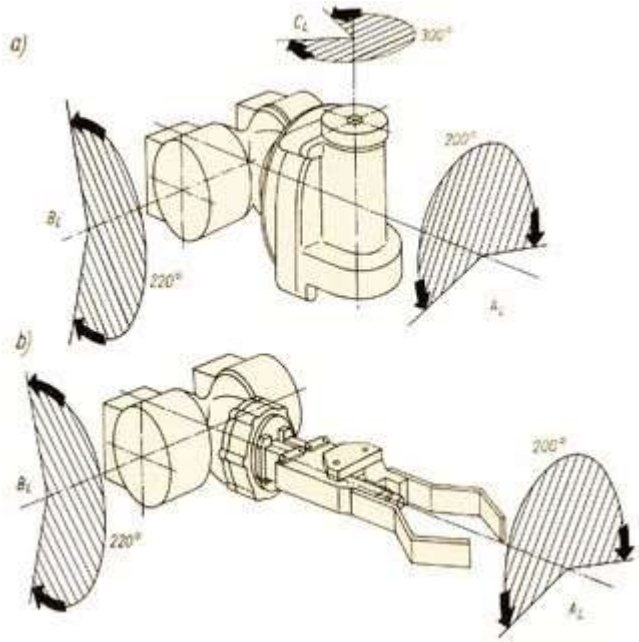
Geometria

Geometrii robotów

opis i badanie stosunków przestrzennych mechanizmów robotów

przykład części lokalnej robota

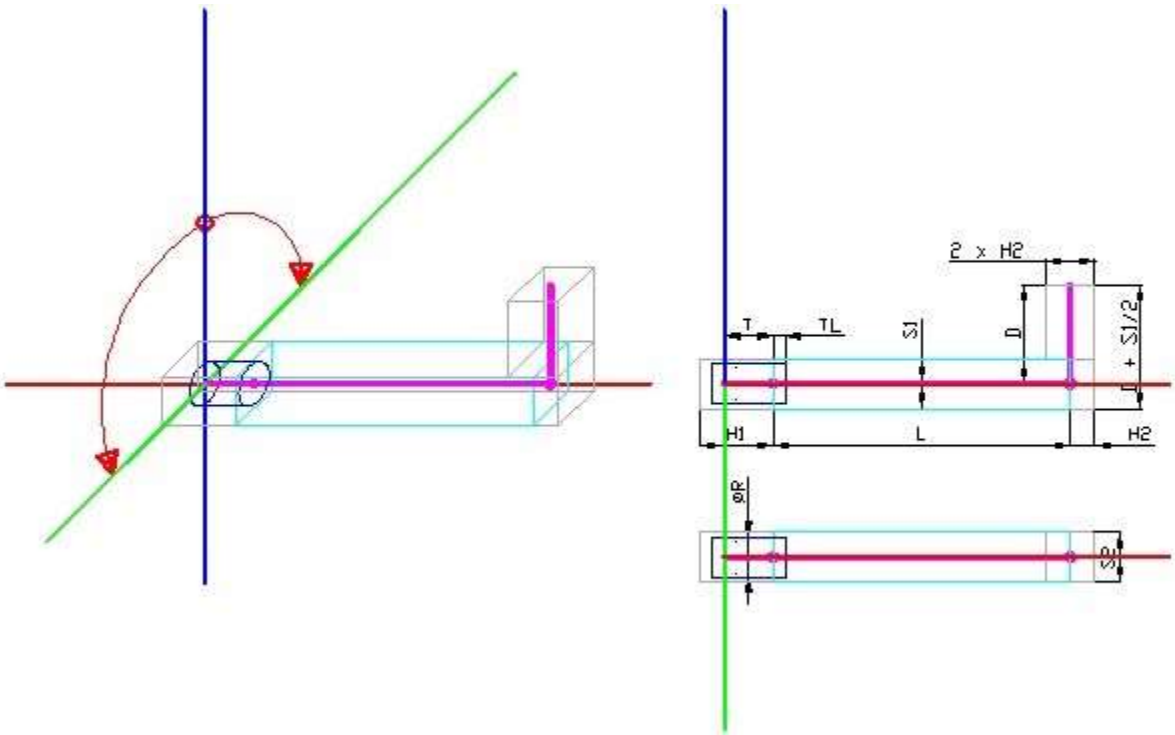
a -
{B,A,C} b
- {B,A}



Człony

Zależności matematyczne podstawowych członów manipulatora.

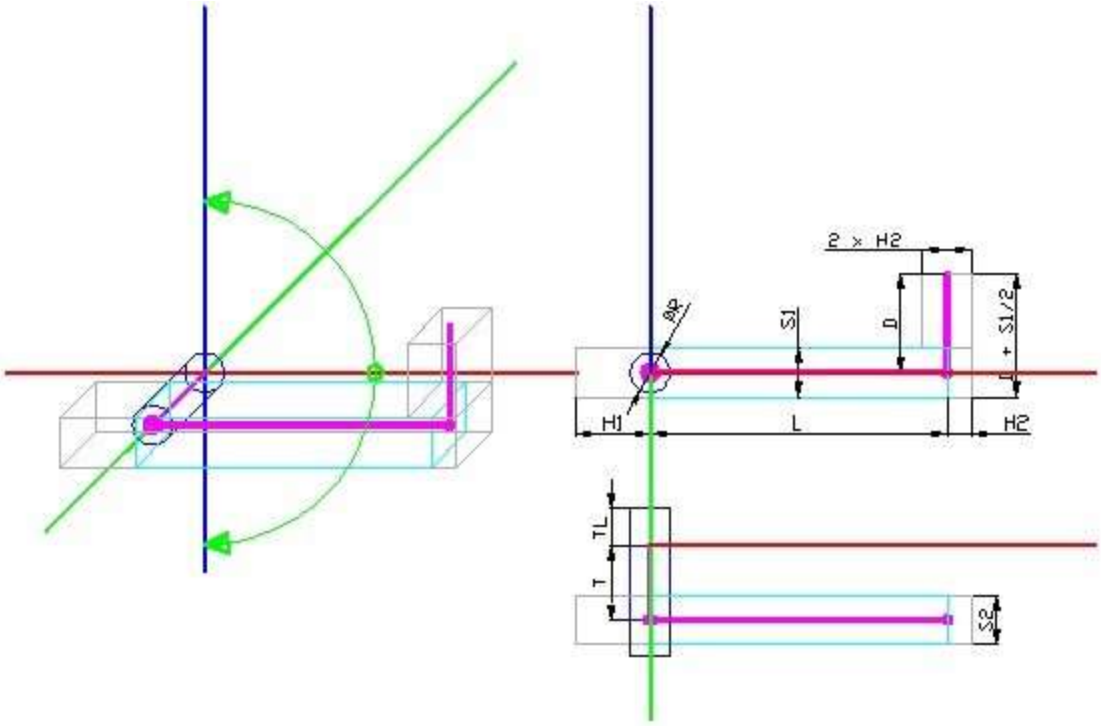
Opis matematycznych zależności przeliczeń współrzędnych w układach lokalnym i globalnym dla poszczególnych typów członów z wybranym połączeniem kinematycznym opiera się na wyznaczeniu uproszczonego zadania prostego lub odwrotnego (ograniczonego dla pojedynczego członu) Człon typu A



Całkowita długość główna członu jest wynikiem sumy L i T

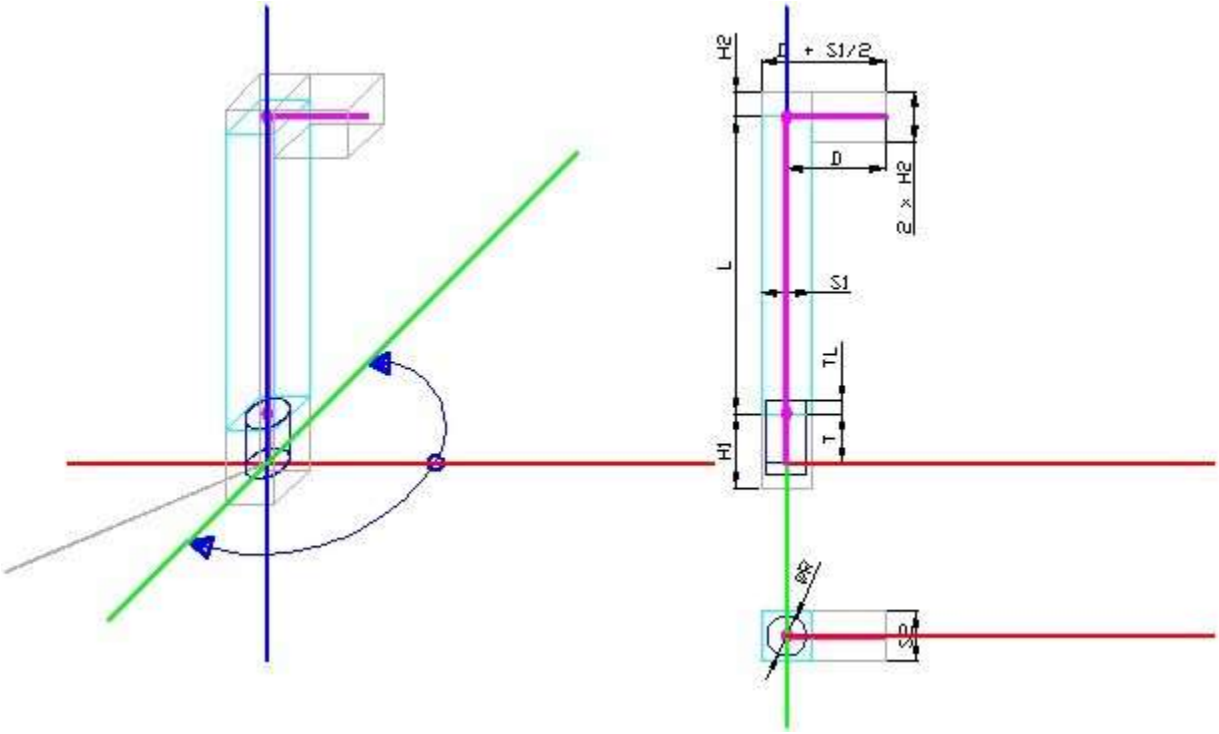
Proste zadanie kinematyki	Odwrotne zadanie kinematyki
$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & C\varphi & S\varphi \\ 0 & -S\varphi & C\varphi \end{bmatrix} \quad P = \begin{bmatrix} L+T \\ 0 \\ D \end{bmatrix}$ Wektor kierunkowy $E = A * (E' + P)$ Transformacja współrzędnych $\begin{bmatrix} X_Q \\ Y_Q \\ Z_Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & C\varphi & S\varphi \\ 0 & -S\varphi & C\varphi \end{bmatrix} * \left(\begin{bmatrix} X_O \\ Y_O \\ Z_O \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} L+T \\ 0 \\ D \end{bmatrix} \right)$ $\gg O = (0\ 0\ 0)$ $X_Q = L + T$ $Y_Q = Sin(\varphi) * D$ $Z_Q = Cos(\varphi) * D$	$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & C\varphi & -S\varphi \\ 0 & S\varphi & C\varphi \end{bmatrix} \quad P = \begin{bmatrix} L+T \\ 0 \\ D \end{bmatrix}$ Wektor kierunkowy $E = A * E' - P$ Transformacja współrzędnych $\begin{bmatrix} X_O \\ Y_O \\ Z_O \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & C\varphi & -S\varphi \\ 0 & S\varphi & C\varphi \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X_Q \\ Y_Q \\ Z_Q \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} L+T \\ 0 \\ D \end{bmatrix}$ $\gg Q = (0\ 0\ 0)$ $X_O = -(L + T)$ $Y_O = 0$ $Z_O = -D$

Człon typu B



Proste zadanie kinematyki	Odwrotne zadanie kinematyki
$A = \begin{bmatrix} C\varphi & 0 & S\varphi \\ 0 & 1 & 0 \\ -S\varphi & 0 & C\varphi \end{bmatrix} \quad P = \begin{bmatrix} L \\ -T \\ D \end{bmatrix}$ Wektor kierunkowy $E = A * (E' + P)$ Transformacja współrzędnych $\begin{bmatrix} X_Q \\ Y_Q \\ Z_Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C\varphi & 0 & S\varphi \\ 0 & 1 & 0 \\ -S\varphi & 0 & C\varphi \end{bmatrix} * \left(\begin{bmatrix} X_O \\ Y_O \\ Z_O \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} L \\ -T \\ D \end{bmatrix} \right)$ $\gg O = (0\ 0\ 0)$ $X_Q = Cos(\varphi) * L + Sin(\varphi) * D$ $Y_Q = -T$ $Z_Q = -Sin(\varphi) * L + Cos(\varphi) * D$	$A = \begin{bmatrix} C\varphi & 0 & -S\varphi \\ 0 & 1 & 0 \\ S\varphi & 0 & C\varphi \end{bmatrix} \quad P = \begin{bmatrix} L \\ -T \\ D \end{bmatrix}$ Wektor kierunkowy $E = A * E' - P$ Transformacja współrzędnych $\begin{bmatrix} X_O \\ Y_O \\ Z_O \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C\varphi & 0 & -S\varphi \\ 0 & 1 & 0 \\ S\varphi & 0 & C\varphi \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X_Q \\ Y_Q \\ Z_Q \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} L \\ -T \\ D \end{bmatrix}$ $\gg Q = (0\ 0\ 0)$ $X_O = -L$ $Y_O = T$ $Z_O = -D$

Człon typu C



Całkowita długość główna członu jest wynikiem sumy L i T

Proste zadanie kinematyki	Odwrotne zadanie kinematyki
$A = \begin{bmatrix} C\varphi & -S\varphi & 0 \\ S\varphi & C\varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad P = \begin{bmatrix} D \\ 0 \\ L+T \end{bmatrix}$ Wektor kierunkowy $E = A * (E' + P)$ Transformacja współrzędnych $\begin{bmatrix} X_Q \\ Y_Q \\ Z_Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C\varphi & -S\varphi & 0 \\ S\varphi & C\varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * (\begin{bmatrix} X_O \\ Y_O \\ Z_O \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} D \\ 0 \\ L+T \end{bmatrix})$ $\gg O = (0\ 0\ 0)$ $X_Q = Cos(\varphi) * D$ $Y_Q = Sin(\varphi) * D$ $Z_Q = L + T$	$A = \begin{bmatrix} C\varphi & S\varphi & 0 \\ -S\varphi & C\varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad P = \begin{bmatrix} D \\ 0 \\ L+T \end{bmatrix}$ Wektor kierunkowy $E = A * E' - P$ Transformacja współrzędnych $\begin{bmatrix} X_O \\ Y_O \\ Z_O \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C\varphi & S\varphi & 0 \\ -S\varphi & C\varphi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X_Q \\ Y_Q \\ Z_Q \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} D \\ 0 \\ L+T \end{bmatrix}$ $\gg Q = (0\ 0\ 0)$ $X_O = -D$ $Y_O = 0$ $Z_O = -(L + T)$

Obliczenia matematyczne

Zadanie proste i odwrotne

Zadanie proste polega na wyznaczeniu położenia punktu TCP w układzie współrzędnych XYZ związanym z podstawą robota na podstawie pozycji poszczególnych członów

Proste zadanie kinematyki	
J1	X
J2	Y
J3	Z
J4	Θ
J5	Ψ
J6	Δ

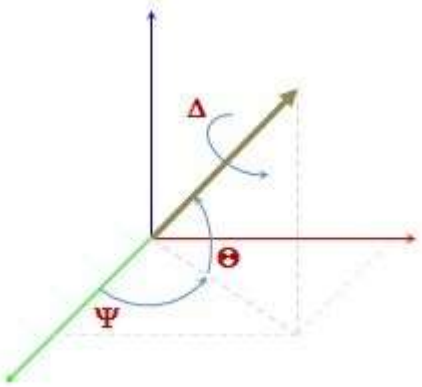
Zadanie odwrotne polega na wyznaczeniu położenia kątowe ramion robota przy zadanym punkcie TCP w globalny układ współrzędnych XYZ

Odwrotne zadanie kinematyki	
X	J1
Y	J2
Z	J3
Θ	J4
Ψ	J5
Δ	J6

Wektor podejścia chwytaka

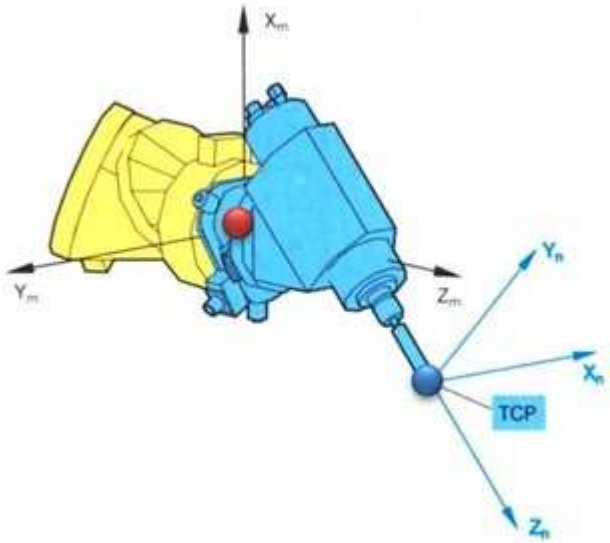
$$\vec{e}_{z5} = C_\theta C_\psi \vec{e}_x + C_\theta S_\psi \vec{e}_y + S_\theta \vec{e}_z$$

Θ – T (turn)	Obrót nadgarstka
Ψ – P (pinch)	Obrót przegubu
Δ – R (roll)	Obrót chwytaka



Układ chwytaka lub narzędzia dla określenia wektora podejścia (Approach-Vector) ułożenia części roboczej chwytaka lub narzędzia względem TCP.

TCP (Tool Center Point) centralny punkt narzędzia

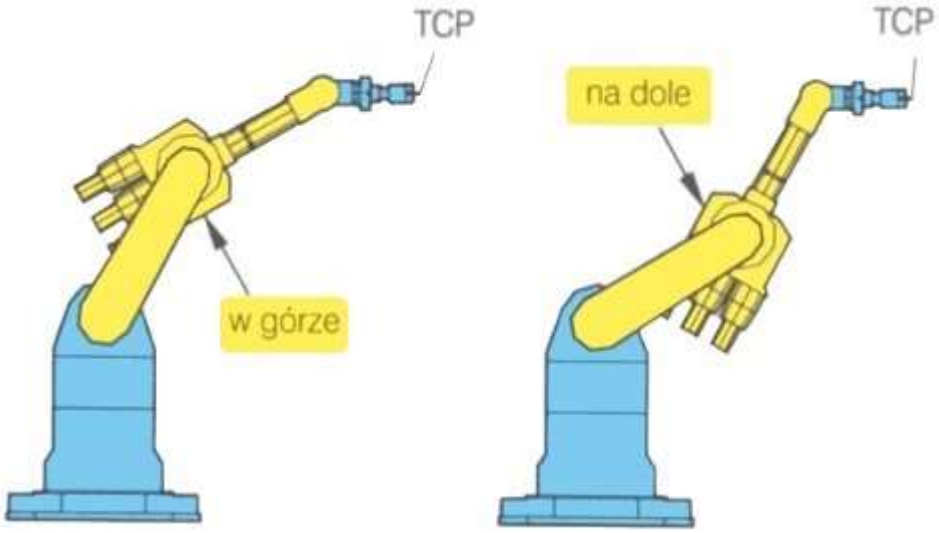


Problem niejednoznaczności

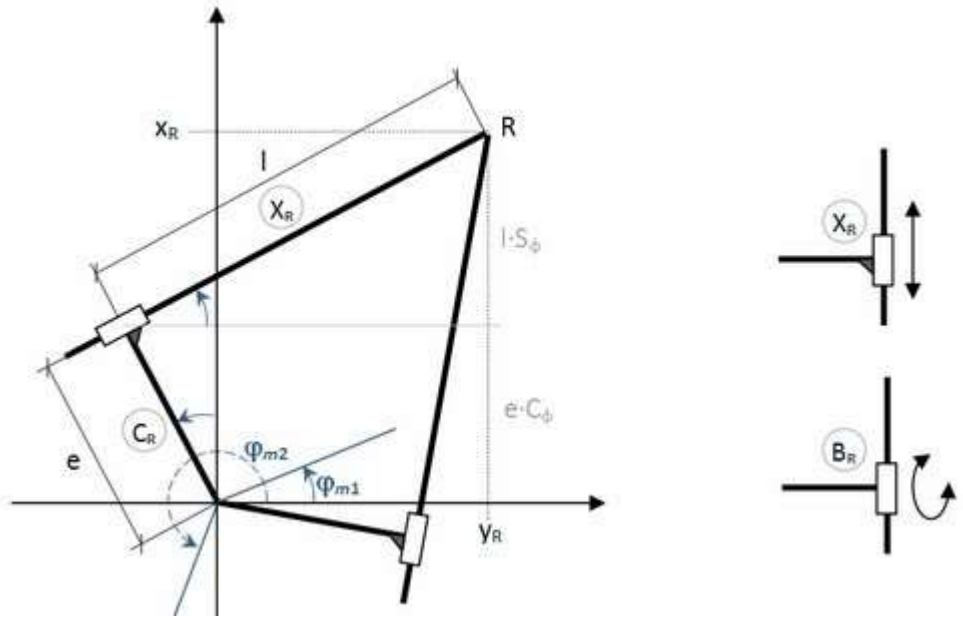
Pod pojęciem odwrotnego rozwiązania zadania (problemu, zagadnienia) geometrii, kinematyki i kinetyki robotów rozumiemy określenie związku pomiędzy współrzędnymi przestrzennymi,

parametrami ruchu oraz siłami i momentami wytwarzanymi przez mechanizm robota w wybranym punkcie trajektorii ruchu punktu (TCP) lub trajektorii ruchu innego punktu mechanizmu a położeniem, parametrami ruchu oraz siłami i momentami działającymi na mechanizm.

Związek ten to związek nietrywialny ponieważ może istnieć wiele rozwiązań odwrotnych problem wieloznaczności: informacja o TCP nie jest w stanie jednoznacznie określić położenia, parametrów ruchu oraz sił i momentów dla poszczególnych członów mechanizmu i pozycji narzędzia lub chwytaka.



Przykład wyznaczenia matematycznego rozwiązania zadania odwrotnego z uwzględnieniem niejednoznaczności:



$$x_R = e \cdot C_{\varphi m} + l \cdot S_{\varphi m}$$

przyjęcia oznaczeń (uogólnionych):

$\Rightarrow X_R \rightarrow a$,

$\Rightarrow$ wartości odsadzenia $e \rightarrow c$ oraz

$\Rightarrow$ współrzędnej maszynowej członu $l \rightarrow d$

$$a = d \cdot S_{\varphi m} + c \cdot C_{\varphi m}$$
$$d \cdot S_{\varphi m} = a - c \cdot C_{\varphi m}$$
$$d^2 S_{\varphi m}^2 = a^2 - 2acC_{\varphi m} + c^2 C_{\varphi m}^2$$

$S_{\varphi m}^2 = 1 - C_{\varphi m}^2$	$C_{\varphi m}^2 = 1 - S_{\varphi m}^2$
$S_{\varphi m}^2 - 2\frac{ad}{c^2+d^2} S_{\varphi m} + \frac{a^2-c^2}{c^2+d^2} = 0$	$C_{\varphi m}^2 - 2\frac{ac}{c^2+d^2} C_{\varphi m} + \frac{a^2-d^2}{c^2+d^2} = 0$
$S_{\varphi m} = \frac{1}{c^2+d^2}\left[ad \pm \sqrt{a^2d^2 + (c^2-a^2)(d^2+c^2)}\right]$	$C_{\varphi m} = \frac{1}{c^2+d^2}\left[ac \mp \sqrt{a^2c^2 + (d^2-a^2)(d^2+c^2)}\right]$
$S_{\varphi m} = \frac{1}{c^2+d^2}\left[ad + \delta_{\varphi m} c \cdot \sqrt{d^2+c^2-a^2}\right]$	$C_{\varphi m} = \frac{1}{c^2+d^2}\left[ac - \delta_{\varphi m} d\sqrt{d^2+c^2-a^2}\right]$

$S_{\varphi m} > 0$ oraz $C_{\varphi m} > 0$ to $0 < \varphi_m < \frac{\pi}{2}$

$S_{\varphi m} > 0$ oraz $C_{\varphi m} < 0$ to $\frac{\pi}{2} < \varphi_m < \pi$

$S_{\varphi m} < 0$ oraz $C_{\varphi m} < 0$ to $\pi < \varphi_m < \frac{3}{2}\pi$

$S_{\varphi m} < 0$ oraz $C_{\varphi m} < 0$ to $\frac{3}{2}\pi < \varphi_m < 2\pi$

$|S_{\varphi m}| < |C_{\varphi m}|$ to $\varphi = \arcsin S_{\varphi m}$

$|S_{\varphi m}| > |C_{\varphi m}|$ to $\varphi = \arccos C_{\varphi m}$

$r = a \cdot S_{\varphi m} + b \cdot C_{\varphi m}$ $a = d \cdot S_{\varphi m} + c \cdot C_{\varphi m}$

$$a \cdot S_{\varphi m} + b \cdot C_{\varphi m} = r$$
$$a \cdot S_{\varphi m} = r - b \cdot C_{\varphi m}$$
$$a^2 S_{\varphi m}^2 = r^2 - 2rbC_{\varphi m} + b^2 C_{\varphi m}^2$$

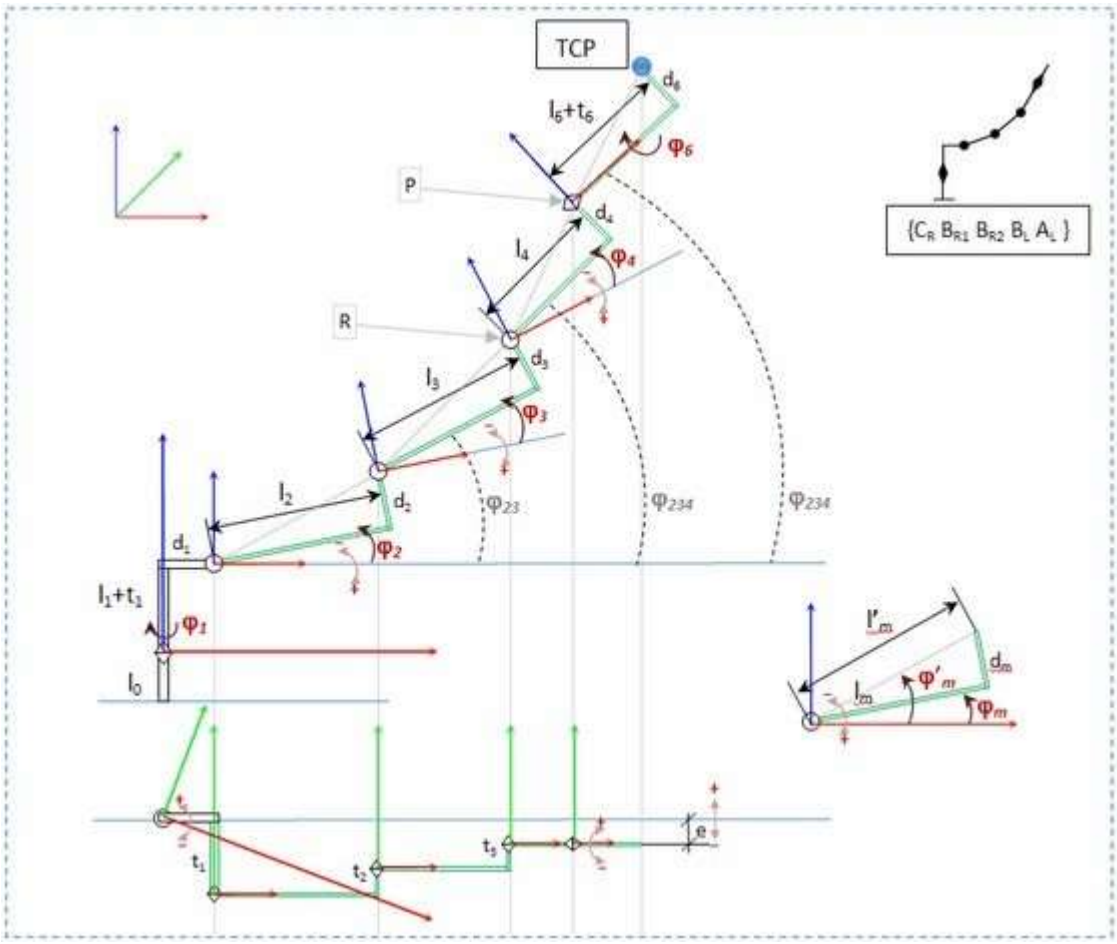
$C_{\varphi m}^2 = 1 - S_{\varphi m}^2$	$S_{\varphi m}^2 = 1 - C_{\varphi m}^2$
$S_{\varphi m}^2 - 2\frac{ra}{a^2+b^2} S_{\varphi m} + \frac{r^2-b^2}{a^2+b^2} = 0$	$C_{\varphi m}^2 - 2\frac{rb}{a^2+b^2} C_{\varphi m} + \frac{r^2-a^2}{a^2+b^2} = 0$
$S_{\varphi m} = \frac{1}{a^2+b^2}\left[ra \pm \sqrt{r^2a^2 + (b^2-r^2)(a^2+b^2)}\right]$	$C_{\varphi m} = \frac{1}{a^2+b^2}\left[rb \mp \sqrt{r^2b^2 + (a^2-r^2)(a^2+b^2)}\right]$
$S_{\varphi m} = \frac{1}{a^2+b^2}\left[ra + \delta_{\varphi m} b \cdot \sqrt{a^2+b^2-r^2}\right]$	$C_{\varphi m} = \frac{1}{a^2+b^2}\left[rb - \delta_{\varphi m} a\sqrt{a^2+b^2-r^2}\right]$
$r = 0 \Rightarrow S_{\varphi m} = \delta_{\varphi m} \frac{b}{\sqrt{a^2+b^2}}$	$r = 0 \Rightarrow C_{\varphi m} = -\delta_{\varphi m} \frac{a}{\sqrt{a^2+b^2}}$

Zależności wyznaczenia wartości sinusa i cosinusa płaskiego mechanizmu pozwalające wyznaczyć kąt położenia na podstawie współrzędnych X i Y.

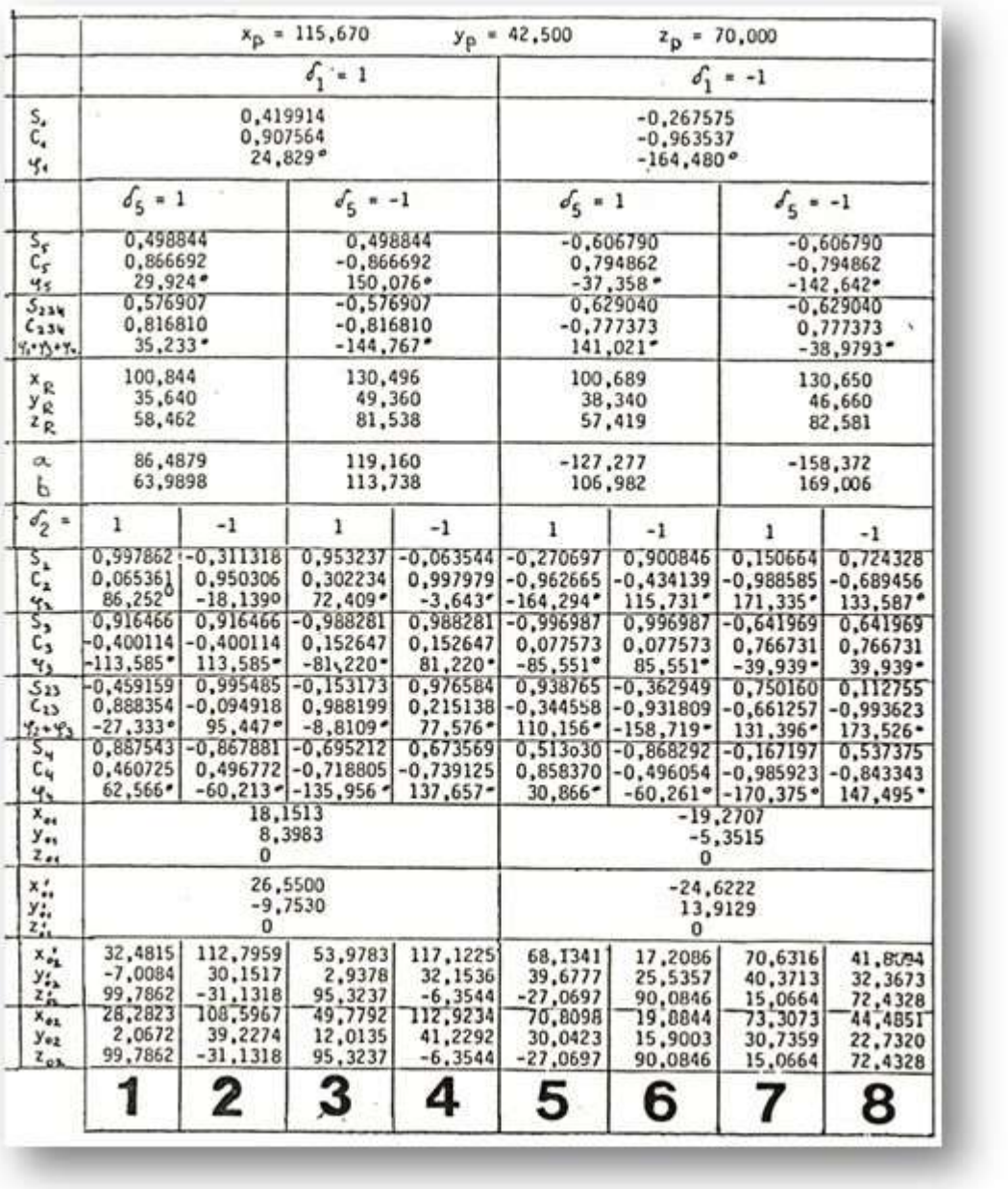
Uwaga

Rozwiązanie przewiduje dwie wartości kąta - obliczenia uzależnione od wartości parametru d Robot wieloczłonowy

Matematyczne zależności wyprowadzone dla robota pięcio osiowego zostały wyprowadzone na podstawie poniższego schematu:



Przykład wyznaczenia wszystkich rozwiązań zadania odwrotnego (robot sześcio-osiowy)



	x_p = 115,670			y_p = 42,500			z_p = 70,000	
	σ_1 = 1			σ_1 = -1				
S_1 C_1 φ_1	0,419914 0,907564 24,829°			-0,267575 -0,963537 -164,480°				
	σ_5 = 1		σ_5 = -1		σ_5 = 1		σ_5 = -1	
S_5 C_5 φ_5	0,498844 0,866692 29,924°		0,498844 -0,866692 150,076°		-0,606790 0,794862 -37,358°		-0,606790 -0,794862 -142,642°	
S_{234} C_{234} $\varphi_2+\varphi_3+\varphi_4$	0,576907 0,816810 35,233°		-0,576907 -0,816810 -144,767°		0,629040 -0,777373 141,021°		-0,629040 0,777373 -38,9793°	
x_R y_R z_R	100,844 35,640 58,462		130,496 49,360 81,538		100,689 38,340 57,419		130,650 46,660 82,581	
a b	86,4879 63,9898		119,160 113,738		-127,277 106,982		-158,372 169,006	
σ_2 =	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1
S_2 C_2 φ_2	0,997862 0,065361 86,252°	-0,311318 0,950306 -18,1390	0,953237 0,302234 72,409°	-0,063544 0,997979 -3,643°	-0,270697 -0,962665 -164,294°	0,900846 -0,434139 115,731°	0,150664 -0,988585 171,335°	0,724328 -0,689456 133,587°
S_3 C_3 φ_3	0,916466 -0,400114 -113,585°	0,916466 -0,400114 113,585°	-0,988281 0,152647 -81,220°	0,988281 0,152647 81,220°	-0,996987 0,077573 -85,551°	0,996987 0,077573 85,551°	-0,641969 0,766731 -39,939°	0,641969 0,766731 39,939°
S_{23} C_{23} $\varphi_2+\varphi_3$	-0,459159 0,888354 -27,333°	0,995485 -0,094918 95,447°	-0,153173 0,988199 -8,8109°	0,976584 0,215138 77,576°	0,938765 -0,344558 110,156°	-0,362949 -0,931809 -158,719°	0,750160 -0,661257 131,396°	0,112755 -0,993623 173,526°
S_4 C_4 φ_4	0,887543 0,460725 62,566°	-0,867881 0,496772 -60,213°	-0,695212 -0,718805 -135,956°	0,673569 -0,739125 137,657°	0,513030 0,858370 30,866°	-0,868292 -0,496054 -60,261°	-0,167197 -0,985923 -170,375°	0,537375 -0,843343 147,495°
x_{e1} y_{e1} z_{e1}	18,1513 8,3983 0				-19,2707 -5,3515 0			
x'_{e1} y'_{e1} z'_{e1}	26,5500 -9,7530 0				-24,6222 13,9129 0			
x'_{e2} y'_{e2} z'_{e2}	32,4815 -7,0084 99,7862	112,7959 30,1517 -31,1318	53,9783 2,9378 95,3237	117,1225 32,1536 -6,3544	68,1341 39,6777 -27,0697	17,2086 25,5357 90,0846	70,6316 40,3713 15,0664	41,8084 32,3673 72,4328
x_{e2} y_{e2} z_{e2}	28,2823 2,0672 99,7862	108,5967 39,2274 -31,1318	49,7792 12,0135 95,3237	112,9234 41,2292 -6,3544	70,8098 30,0423 -27,0697	19,8844 15,9003 90,0846	73,3073 30,7359 15,0664	44,4851 22,7320 72,4328
	1	2	3	4	5	6	7	8

Zadania układu sterowania

Do głównych zadań układu sterowania robotem (manipulatorem, mechnizmem kinematycznym) zalicza się:

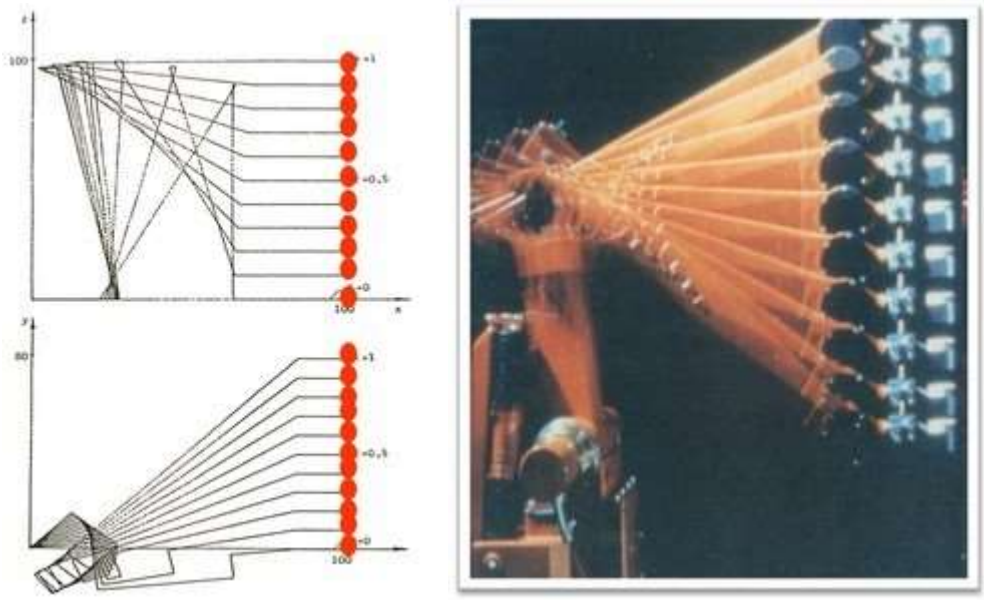
- reagowanie na sygnały:

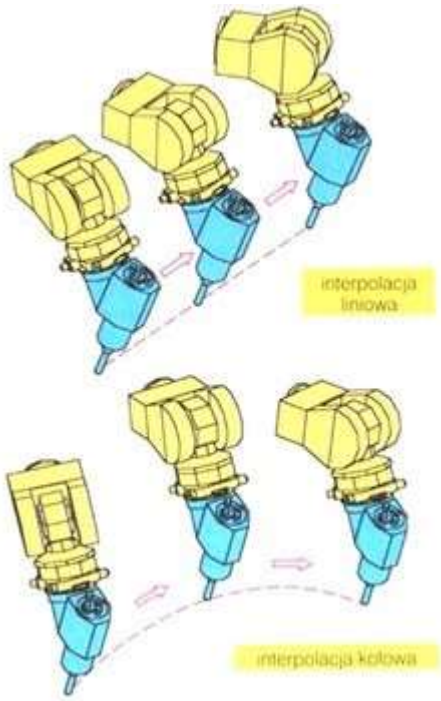
  - układu pomiarowego parametrów ruchu własnego mechanizmu kinematycznego (położenie, prędkość, przyspieszenie, zryw) poszczególnych członów mechanizmu oraz ...
  - układu sensorycznego rozpoznającego stan środowiska robocze go robota (np. stan i zmiany przebiegu procesu wytwarzania lub wartości wybranych parametrów tego procesu)
- oddziaływanie na napędy:

  - mechanizmu kinematycznego dla zapewnienia określonego ruchu chwytaka lub narzędzia

(TCP) po zadanej trajektorii, np. ruchu koordynowanego wielu osi dla zapewnienia przemieszczenia liniowego TCP

- na napędy obsługiwanych urządzeń technologicznych (stanowiska, linii produkcyjnej itp.)





- reagowanie na działalność operatora programisty przez:

- pulpit główny,
- klawiaturę sterownika o strukturze komputerowej,
- elementy operatorskie dodatkowych urządzeń sterujących (przyciski, rękojeści itp.) oraz - programator (sterownik ręczny) w tym z odpowiednimi urządzeniami zabezpieczającymi pracę operatora

Wektor podejścia chwytaka

Przestrzeń robocza

Przestrzenie ruchu (narzędzia, chwytaka, ...) mają podstawowe znaczenie dla użytkownika maszyny manipulacyjnej wyróżnia się następujące przestrzenie:

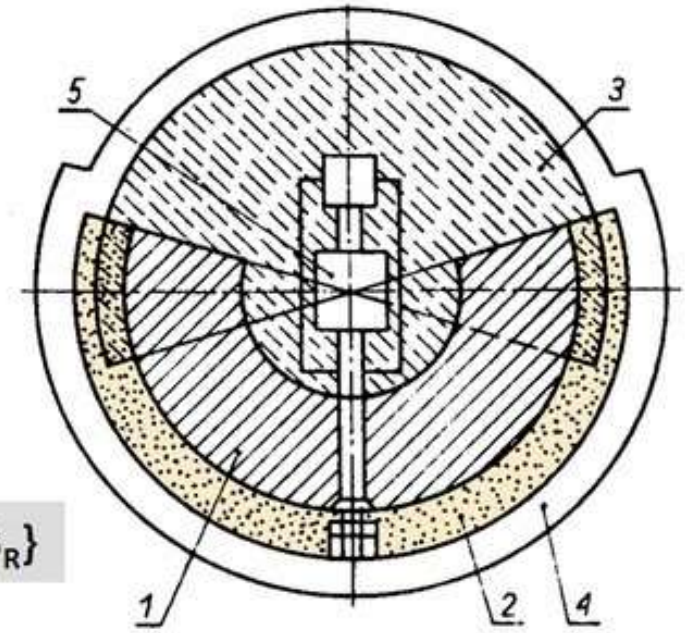
- główną przestrzeń roboczą:

  w obrębie której przemieszcza się zakończenie ostatniego członu (lokalnego) mechanizmu, z reguły sprzęgu chwytaka lub narzędzia

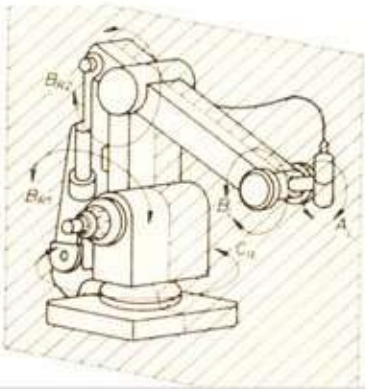
- pomocnicza przestrzeń roboczą:

w obrębie której przemieszczają się chwytaki lub narzędzia (wymienne człony, lokalne)

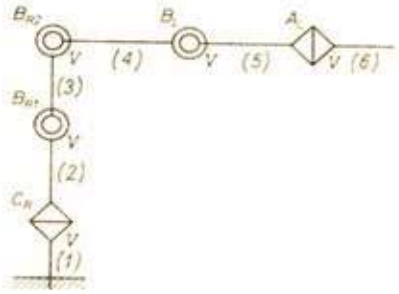
- przestrzeń kolizyjna: w obrębie której przemieszczają się wszystkie człony mechanizmu, chwytaki i narzędzia
- strefa zagrożenia: przestrzeń zabroniona dla obsługi w czasie pracy maszyny

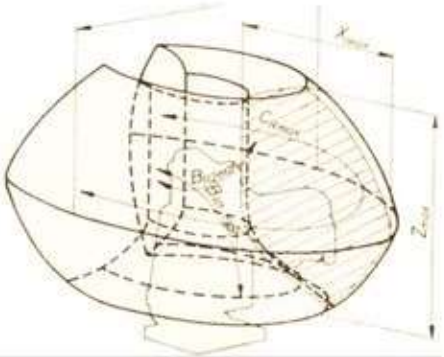


$\{C_R, Z_R, B_R\}$

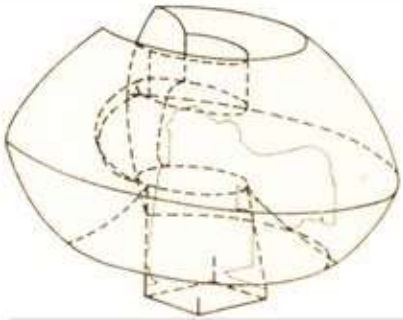


$\{C_R, B_{R1}, B_{R2}, B_L, A_L\}$



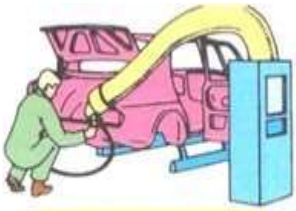


przestrzeń robocza



przestrzeń kolizyjna

Programowanie



programowanie Play-back

Play-back:przez obwiedzenie toru ruchu narzędzia

programowanie Teach-in

Teach-in:przez doprowadzenie do wybranych punktów toru ruchu narzędzia

programowanie Off-line

Off-line:przez komputerowo wspomagane zaprojektowanie toru ruchu narzędzia

Tutorial

Przykłady wykorzystania aplikacji.

Po uruchomieniu aplikacji i prawidłowym odczytaniu licencji należy wybrać jedną z drug postępowania:

- utworzyć nową konstrukcję robota i dodać elementy przestrzeni,
- otworzyć jeden z przykładowych projektów,
- otworzyć jeden z zapisanych projektów.

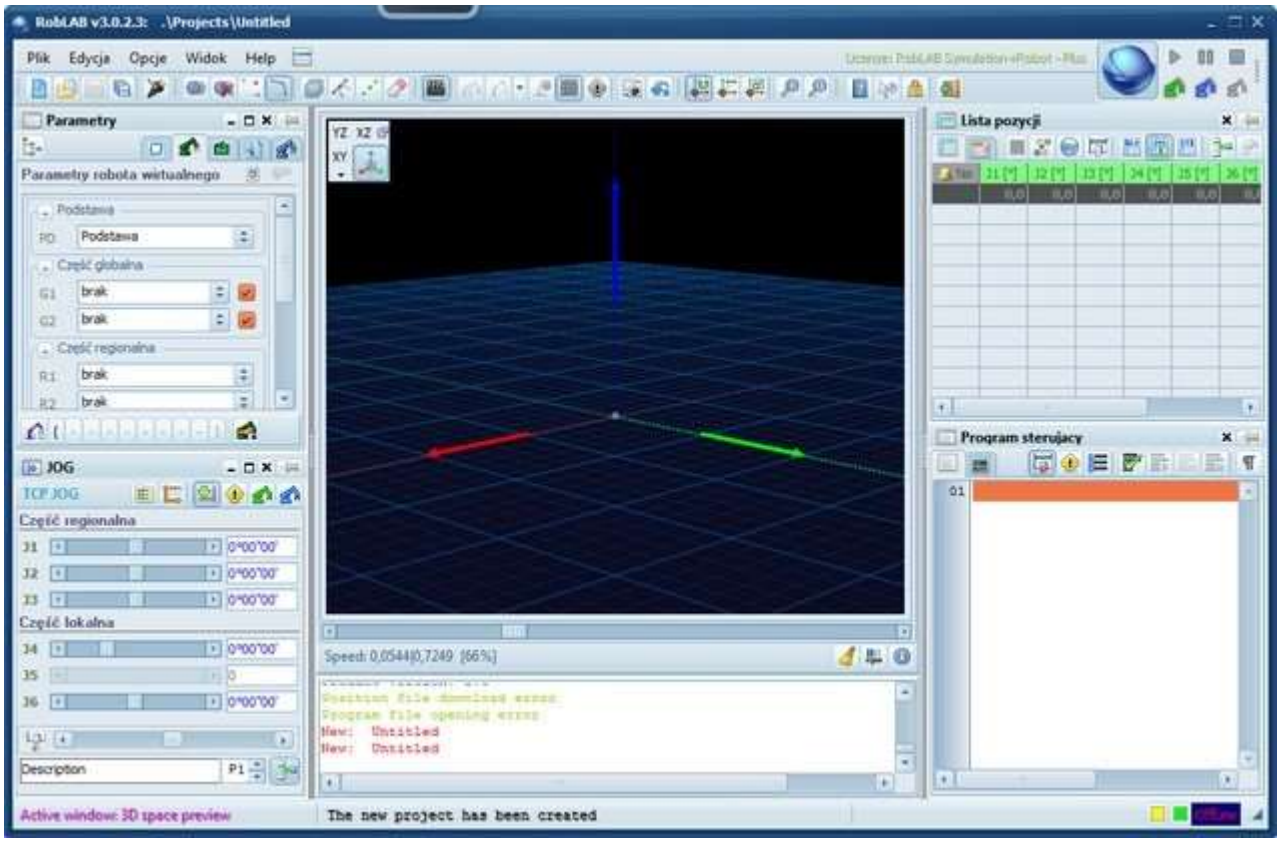
Niniejszy tutorial prezentuje w jaki sposób wykonać szereg podstawowych operacji w aplikacji RobLAB tworząc nowe projekty oraz programy sterujące. Kolejne Etapy wykorzystania funkcji aplikacji pozwalają nauczyć się jej obsługi.

Opisane etapy:

- Tworzenie nowego projektu
- Etap 1: Tworzenie projektu na podstawie szablonu
- Etap 2: Sterowanie robotem
- Etap 3: Tworzenie listy pozycji
- Etap 4: Tworzenie programu sterującego
- Etap 5: Szkic przestrzeni i trajektorii
- Etap 6: Dodanie elementów
- Etap 7: Manipulacja obiektami
- Etap 8: Sterowanie RobTrain
- Etap 9: Nowa konstrukcja robota

Tworzenie nowego projektu

Podczas każdego uruchomienia aplikacji automatycznie zostaje przygotowana scena do umieszczenia nowej konstrukcji robota oraz dodania elementów dodatkowych tej przestrzeni o ile nie zaznaczono opcji wczytywania ostatnio edytowanego projektu (patrz "Zarządzanie projektami").

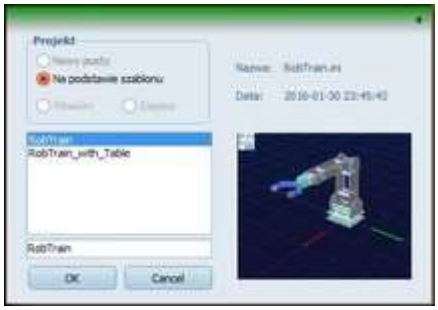


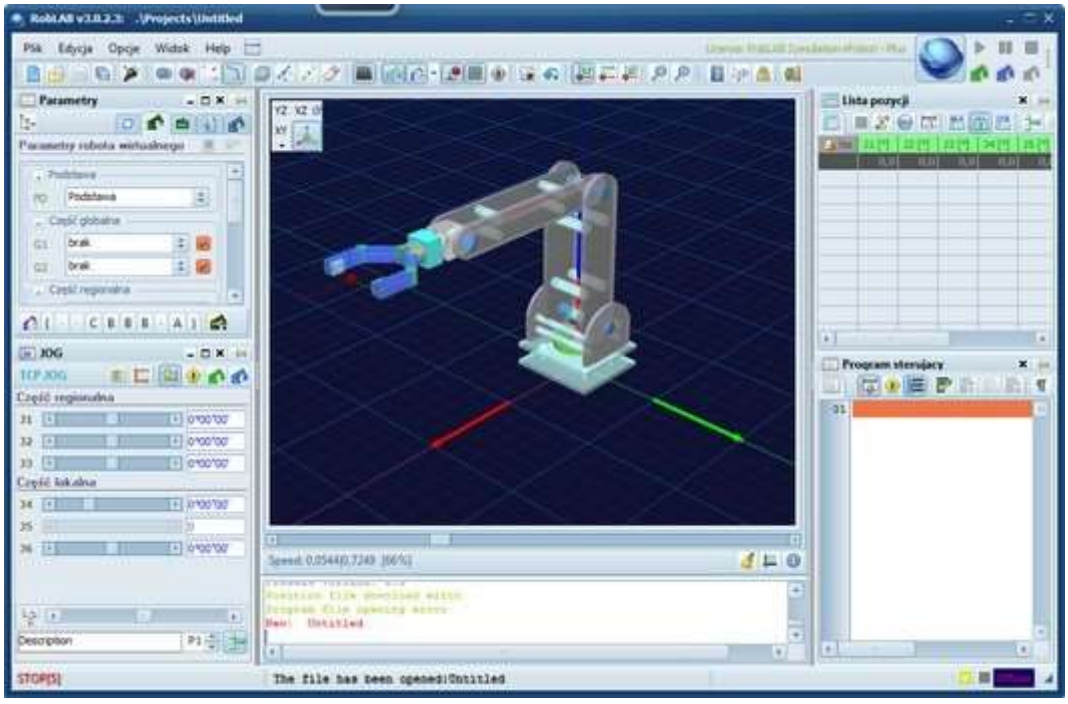
Etapy przygotowania sceny działania robota

- wybór konstrukcji (rodzaju członów) robota
- utworzenie robota o domyślnych parametrach na podstawie wybranej konstrukcji
- zmiana parametrów i wymiarów poszczególnych członów robota
- dodanie elementów stałych
- dodanie elementów manipulacji
- zebranie punktów trajektorii
- napisanie algorytmu programu sterującego

Etap 1: Tworzenie projektu na podstawie szablonu

Procedury	Działanie
1. Otwarcie aplikacji	Aby uruchomić aplikację należy uprzednią ją zainstalować lub podłączyć dysk pendrive z licencją i odszukać plik RobLAB.exe
2. Utworzenie projektu na podstawie szablonu "RobTrain"	Wybrać akcję tworzenie nowego projektu (menu Plik/Nowy/ lub przycisk) a następnie odznaczyć opcję Projekt/ Na podstawie szablonu i wybrać odpowiedni szablon.





3. Zapis projektu akcję "Zapisz jako.."	Utworzony w ten sposób projekt przed edycją należy zapisać aby mieć pełen dostęp do wszystkich opcji edycyjnych. W tym celu należy wybrać i nadać nową unikalną nazwę tworzonego projektu np. "Etap1"

Etap 2: Sterowanie robotem

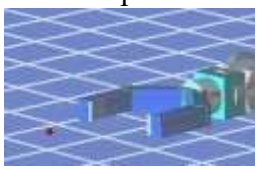
Procedury	Działanie
1 . Nawiązanie połączenie z robotem wirtualnym	Aby nawiązać połączenie z robotem należy nacisnąć jeden z trzech przycisków połączenia z obiektem wirtualnym (pasek kontroli, panel sterowania, panel JOG). Wszystkie przyciski wykonują to samo zadanie pozwalające na sterowanie wirtualnym robotem w przestrzeni 3D.
2. Sterowanie poszczególnymi osiami robota	Sterowanie osiami dostępne jest w panelu JOG (widoczny przycisk). Zmiana położenia suwaka przypisanego do wybranej osi robota wymusi ruch robota do zadanej pozycji. Uwaga: prędkość ruchu dostosowywana automatycznie.
3. Zamiana zakresów ruchu	Opcja ograniczenia zakresu ruchu jest automatycznie załączana co uniemożliwia na przemieszczenie ramienia poza zakres zapisany w parametrach robota dla danej osi Aby było możliwe przemieszczanie kątowe w pełnym zakresie (-180 .. +180 stopni) należy wyłączyć opcję ograniczenia zakresu ruchu (wyłączona opcja zakresu ruchu). Uwaga: opcja niedostępna dla robota rzeczywistego.
4. Wykrywanie kolizji	Opcja zatrzymania robota po wykryciu kolizji Włączona - robot nie zmienia położenia po wykryciu kolizji np. uderzenie chwytakiem w podłoże Wyłączona - robot przemieszcza się dalej mimo wystąpienia kolizji
5. Sterowanie we współrzędnych XYZ	Sterowanie XYZ dostępne jest w panelu JOG (widoczny przycisk). Uwaga: sterowanie XYZ (czyli wyznaczanie zadania odwrotnego dostępne tylko dla wybranych konstrukcji robotów) Zmiana położenia suwaka pozwala na przemieszczanie ramienia robota wzdłuż osi X, Y i Z oraz zmianę kąta podejścia i obrót nadgarstka.
6. Wybór rozwiązania zadania odwrotnego	Sterowanie XYZ jest możliwe na podstawie obliczeń zadania odwrotnego które posiada niejednoznaczność obliczeń. Aby zobaczyć wyniki różnych obliczeń zadania odwrotnego należy przy wyłączonej opcji ograniczenia zakresu ruchu (ograniczenia mogą powodować wystąpienie błędu obliczeń zadania odwrotnego) lub przy włączonej opcji zatrzymania przy

wykryciu kolizji , zmienić parametry delt określających wybór zadania odwrotnego.

Uwaga: przejście do innego zadania odwrotnego nie zawsze jest możliwe w trybie włączonej animacji ruchu (aktywna opcja clip0143b), dlatego można ją wyłączyć.

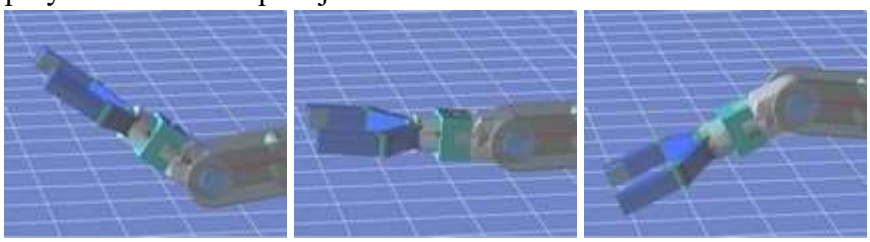
7. Błędy obliczeń współrzędnych XYZ

W przypadku wykrycia błędu obliczeń współrzędnych XYZ następuje zatrzymanie ramienia robota (przemieszcza się tylko punkt aktualnie zadanej pozycji (czerwony punkt w środowisku 3D) z jednoczesnym wyświetleniem w oknie informacji rodzaju błędu oraz zmienienie koloru czcionki pola wartości przemieszczenia.

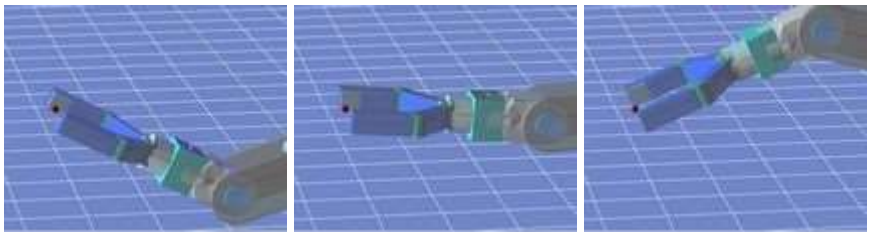


Domyślnie punkt TCP umieszczony jest w na końcu ostatniego członu

8. Zmiana położenia punktu TCP - sterowanie kątem podejścia robota (w sprzęgu narzędzia) . Takie umiejscowienie punktu wymusza obrót wokół tego punktu przy zmianie konta podejścia "P".



Zmiana położenia ramienia robota przy zmianie kąta podejścia



Aby wymusić obrót wokół punktu chwytu chwytaka należy zmienić opcję położenia puntu TCP poprzez naciśniecie przycisku umieszczonego w narzędziach paska widoku .

Aby sterować procesem otwarcia i zamakania chwytaka należy skorzystać z narzędzi

- chwytak otwarty - chwytak zamknięty

Zakres ruchu szczek chwytaka można zmienić w parametrach chwytaka robota w polach zakresu:

9. Otwarcie/zamknięcie chwytaka

gdzie:

14 mm - rozwarcie szczek przy zamkniętym chwytaku

58 mm - rozwarcie szczek przy otwartym chwytaku

40 mm - rozwarcie szczek przy symulacji zamknięcia chwytaka na obiekcie (przy wyłączonej animacji lub wałczonej opcji cienia dla robota rzeczywistego). W przypadku animacji gdy dostępne jest wykrywanie kolizji chwytak zamyka się do momentu aż nie uchwyci obiektu lub nie nastąpi jego całkowite zamknięcie.

Projekt RobTrain z zestawu szablonów domyślnie ma ustawione powiązanie IO z chwytakiem co umożliwia odczyt stanu jego zmoknięcia i otwarcia jak również sterowania jego stanem poprzez wybrane wyjście: 10 Sterowanie IO

Aby wymusić sterowanie szczekami chwytaka należy uprzednio włączyć opcję wymuszania sygnałów wyjściowych a następnie nacisnąć pierwszą diodę wyjścia o nazwie "close [0]".

Zmiana stanu na "1" sygnału wyjściowego przypisanego do chwytaka automatycznie uruchomi proces jego zamykania

Uwaga: przy przypisywaniu stanów wyjść do chwytaka należy pamiętać że:SQ [min] - stan wysoki zamyka chwytak, SQ [max] - stan wysoki otwiera chwytak.

Etap 3: Tworzenie listy pozycji

Procedury	Działanie
1. Zerowanie pozycji robota	W skład listy pozycji wchodzi pozycja o numerze "P0" która reprezentuje aktualną pozycje robota. Po dwukrotnym kliknięciu na tę pozycje kąty punktu pozycji zostają wyzerowane a robot przemieszcza się do swojego zerowego położenia.
	Aby umieścić aktualną pozycje robota na liście (np. pozycje zerową pod numerem P1) należy użyć narzędzia "dodaj pozycję" (przycisk w panelu JOG lub listy pozycji) po uprzednim wybraniu numeru pozycji w oknie panelu JOG.
	Uwaga: po utworzeniu projektu na podstawie szablonu należy wykonać zapis projektu inaczej opcja dodawania pozycji pozostanie niedostępna.
2. Dodanie nowej pozycji do listy	

No	J1 [°]	J2 [°]	J3 [°]	J4 [°]	J5 [°]	J6 [°]
P0	61,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P2	**61,3**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**	**0,0**

Dodanie pierwszej pozycji do listy

Aby dodać kolejną pozycji do listy należy przemieścić ramie robota (przy włączonym połączeniu z obiektem wirtualnym) do porządnej pozycji a następnie zmienić numer pozycji umieszczanej na liście np. pozycja nr P2

Uwaga: jeśli zaznaczenie pozycji znajduje się na pozycji P0 punkt jest automatycznie dodawany w innym przypadku wyświetlone zostanie okno zapytania czy nadpisać, czy dodać pozycje.

No	X [mm]	Y [mm]	Z [mm]	T [°]	P [°]	R [°]
P0	228,5	-95,1	211,8	0,0	-3,6	0,0
P1	277,2	0,0	197,5	0,0	0,0	0,0
P2	133,3	243,0	197,5	0,0	0,0	0,0
P3	**116,4**	**212,2**	**252,1**	**0,0**	**-12,0**	**0,0**
P4	228,5	-95,1	211,8	0,0	-3,6	0,0

Lista z dodatkowymi pozycjami P2 i P3

	Dwukrotne klikniecie na wybraną pozycje z listy wymusza ruch robota do zapisanych pozycji kątowych tej pozycji.
	W trakcie ruchu można zatrzymać robota w dowolnej chwili korzystając z narzędzia wstrzymania ruchu panelu sterowania lub po naciśnięciu przycisku spacji na klawiaturze. Wznowienie ruchu możliwe po kolejnym wciśnięciu przycisku spacji.
3. Wymuszenie ruchu do wybranej pozycji	
	Wymuszenie ruchu do pozycji w trakcie wykonywania poprzedniego zadania ruchu zmienia automatycznie punkt docelowy dla robota. Możliwe jest zablokowanie wymuszenia ruchu do innej pozycji dopóki robot nie osiągnie poprzedniej po włączeniu opcji "Koniec ruchu" z menu podręcznego listy pozycji.
4. Edycja pozycji	

Pozycje można edytować w trybie połączenia z obiektem sterowania jak i bez połączenia. Każdorazowe dwukrotne kliknięcie na pozycje z listy przesyła dane do panelu JOG, gdzie możliwa jest jej edycja np. zmiana numeru, dodanie opisu lub modyfikacja wartości kątowych pozycji. Po przeprowadzeniu edycji pozycji należy wykonać procedurę dodania pozycji do listy ze wskazaniem podczas zapytania że należy podmienić aktualnie zaznaczoną pozycje

Etap 4: Tworzenie programu sterujacego

Procedury **Działanie**

Podczas edycji programu sterującego składnia programu zostanie automatycznie pokolorowana co ułatwia wykrycie potencjalnych błędów.

Uwaga: każda zmiana (wpisanie znaku) w oknie programu zatrzymuje przetwarzanie programu i dezaktywuje opcje ponownego jego uruchomienie wymuszając przeprowadzenie uprzedniej kompilacji zmienionego kodu.

1. Edycja programu

```
01 10 HOPEN  'gripper open'
02 20 MOV P1
03 30 MOV P2
04 40 MOV P3
05 50 HCLOSE 'gripper close'
```

Przykładowy program

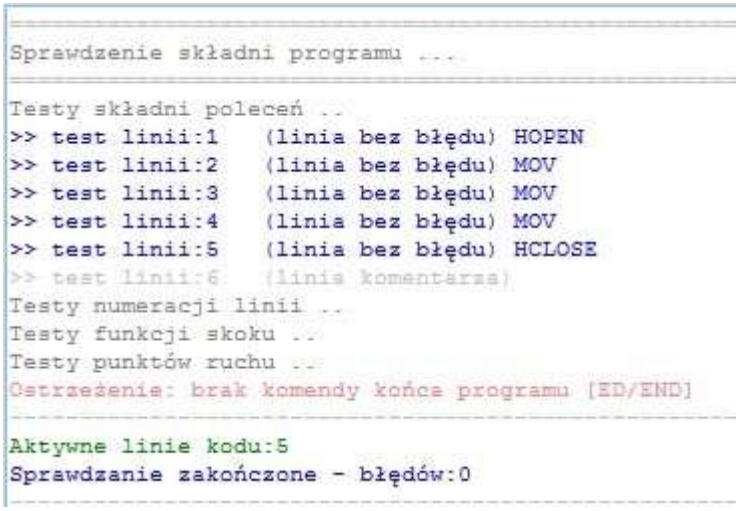
10 HOPEN "otwarcie chwytaka
20 MOV P1
30 MOV P2
40 MOV P3
50 HCLOSE "zamkniecie chwytaka
Aby przeprowadzić kompilację kodu programu należy użyć narzędzia

Lub nacisnąć przycisk [F9]

```
Sprawdzenie składni programu ...

Testy składni poleceń ..
Testy numeracji linii ..
Testy funkcji skoku ..
Testy punktów ruchu ..
Ostrzeżenie: brak komendy końca programu [ED/END]

Aktywne linie kodu:5
Sprawdzanie zakończone - błędów:0
```

informacja o procesie kompilacji przy włączonym poziomie rozszerzonym informacji

2. Kompilacja kodu



Informacja o procesie kompilacji przy włączonym poziomie pełnym informacji
Zmiana poziomy informacji umożliwia pełniejszy wgląd w proces testowania.

Utworzony i skompilowany kod programu pozwala na sterowanie pracą robota. W tym celu należy przy włączonej opcji połączenia z obiektem wirtualnym nacisnąć przycisk który wywoła funkcje ciągłego przetwarzania napisanego programu.

3. Uruchomienie programu

Program wykonany zostanie jednokrotnie nawet jeśli nie została umieszczona komenda końca programu [END]. Komenda ta pozwala zakończyć program w dowolny miejscu kodu programu jej brak jest sygnalizowany przez kompilator jednak nie jest to poważny błąd ponieważ bez komendy zastaną wykonane wszystkie linie kodu i program automatycznie się zatrzyma.

Włączenie opcji pracy krokowej wymusza na użytkowniku potwierdzanie każdorazowe przejścia do kolejnego kroku przyciskiem

4. Praca krokowa

Kroki programu wykonywane są kolejno a wskaźnik pokazuje aktualnie przetwarzaną komendę, robot zatrzymuje się dopiero po zakończeniu jej wykonania np. po osiągnięciu zadanego położenia.

Dodanie funkcji zakończenia programu
..
10 End "zakończenie programu
Jeśli została wprowadzona powyższa komenda podczas kompilacji zostanie wykryty błąd programu - zła numeracja linii.

```
Sprawdzenie składni programu ...
Testy składni poleceń ..
Testy numeracji linii ..
>> błąd linii:6   (zła numeracja linii) 10
Błędy numeracji linii:1
Testy funkcji skoku ..
Testy punktów ruchu ..
Aktywne linie kodu:6
Sprawdzanie zakończone - błędów:1
```

5. Edycja kodu z jednoczesnym wskazaniem (odpowiednim znacznikiem) miejsca wystąpienia błędu

```
10 HOPEN  'gripper open'
20 MOV P1
30 MOV P2
40 MOV P3
50 HCLOSE 'gripper close'
10 END    'end program
```

Należy zatem dokonać poprawek i zmienić numer linii z 10 na np. 90, co umożliwi przeprowadzenie bezbłędnego procesu kompilacji.
Aby umożliwić wielokrotne przetwarzanie utworzonego kodu programu należy umieścić funkcje skoku do wybranej linii programu np. komenda:

6. Funkcja skoku w programie

```
..
60 GOTO 10
90 END
```

Po wykonaniu poprawek należy skompilować i uruchomić program który będzie ciągle wykonywany do momentu gdy użytkownik nie wyda polecenia zatrzymania programu .
Aktualnie utworzony program w procesie zamykania chwytaka nie kończy tego procesu ponieważ przeskok do linii 10 wywołuje ponownie otwarcie chwytaka. Aby proces zamykania/otwierania chwytaka był pełny należy włączyć opcję w panelu programu sterującego.

7. Oczekiwanie na zamknięcie chwytaka

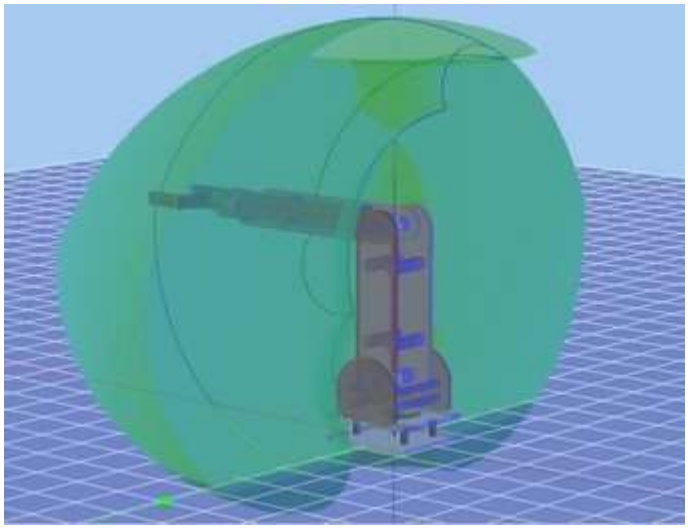
Innym sposobem sterowania procesem ruchu szczek chwytaka jest odczyt sygnałów wejściowych sygnalizujących aktualny stan chwytaka np. sygnał wejścia o numerze 1 aktywowany jest w momencie zamknięcia chwytaka co umożliwia zatrzymanie programu na zakończenie tego procesu.

```
..

60 IF M_IN(1)=1 THEN GOTO 10
70 GOTO 60
```

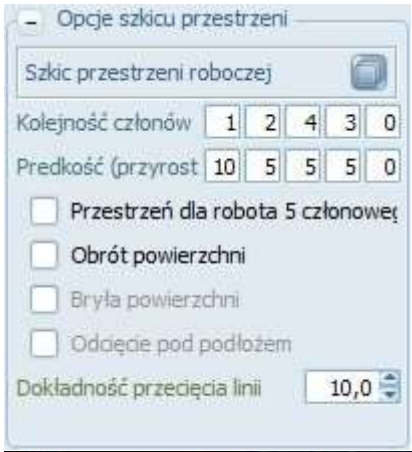
Linia o numerze 70 jest niezbędna aby proces oczekiwania był pełny inaczej test w linii 60 spowoduje przy nie w pełni zamkniętym chwytaku przejście do kolejnej linii bez wykonania skoku do linii 10.

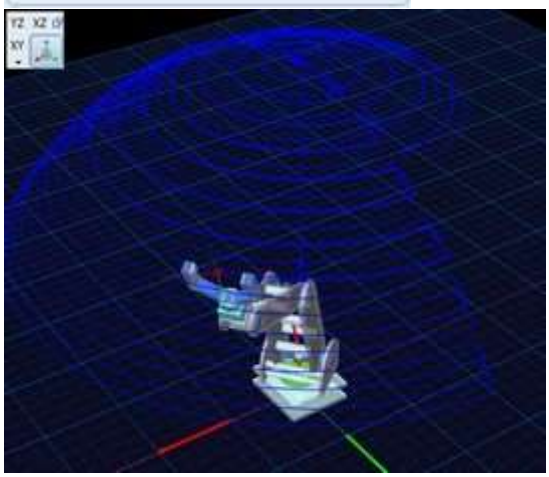
przejście do kolejnej linii bez wykonania skoku do linii 10.

Etap 5: Szkic przestrzeni i trajektorii

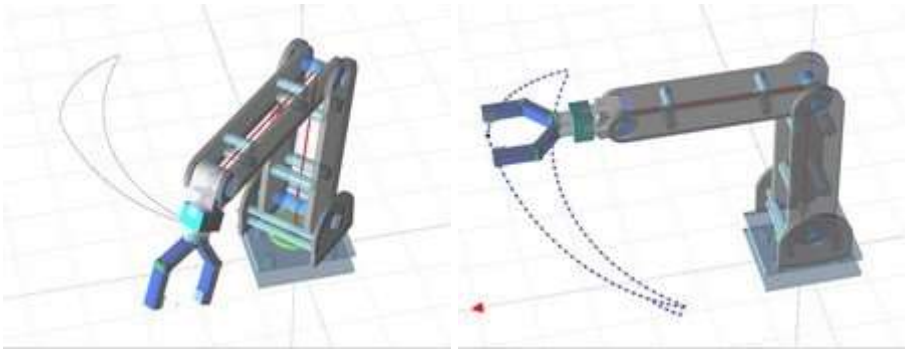
Procedury	Działanie
1. Szkicowanie przestrzeni robota	Do szkicowania przestrzeni roboczej robota służy narzędzie które domyślnie wykrywa konstrukcje robota i definiuje najlepszą metodę szkicu. Na przykład dla wybranej konstrukcji możliwe jest narysowanie przestrzeni w postaci brył obrotowej. 

Aby zmienić metodę tworzenia szkicu należy posłużyć się parametrami w zakładce Opcje dodatkowe/Opcje szkicu parametrów panelu "Parametry".





Aby każdy ruch ramienia robota był rejestrowany z jednoczesny umieszczaniem śladu w postaci punktów lub linii należy włączyć opcje szkicu trajektorii ruchu i wybrać odpowiednią metodę oznaczania



śladu.

2. Szkic śladu trajektorii ruchu

Przykłady śladu ruchu robota dla różnych sposobów wyświetlania i różnych położeń TCP

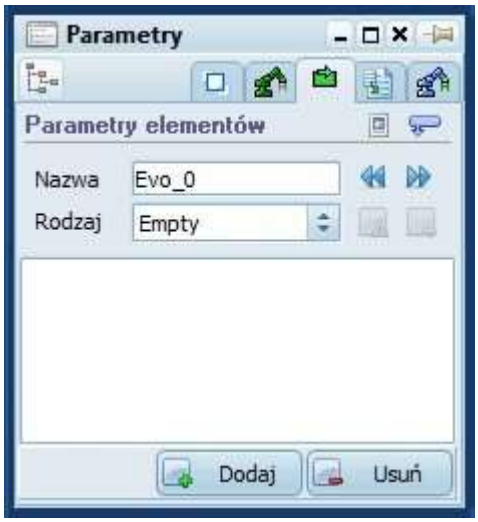
Nanoszone punkty odzwierciedlają aktualne położenie punktu TCP który może znajdować się na końcu ostatniego członu lub w miejscu chwytu chwytaka.
Wyłączenie opcji i wykasowanie śladu pozwala na oczyszczenie przestrzeni 3D z wykonanych szkiców.

Copyright © 2016; by Mechatronik.pl All Rights Reserved.

Etap 6: Dodanie elementów

Procedury Działanie

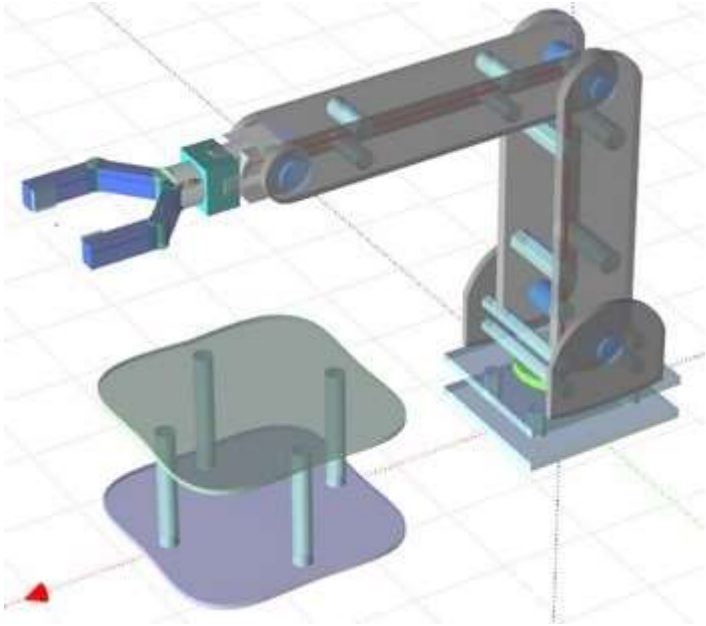
Aby dodać nowy element do przestrzeni 3D należy z drzewa projektu panelu "Parametry" wybrać gałąź "Elementy". Opcja ta umożliwi przejście do okna zarządzania dostępnymi elementami.



Rodzaj elementu należy wybrać z rozwijanej listy następnie nacisnąć przycisk dodaj co wymusi umieszczenie wybranego elementu w środowisku wirtualnej przestrzeni z wstępnie określonymi parametrami.

Uwaga: parametry domyślne dla obiektów zapisane są w pliku ../Data/Default.ini w przypadku jego braku obiekty dodawane są z parametrami stałymi dla wszystkich obiektów.
Pozycja nowo dodanego obiektu jak i orientacja jest zerowa dlatego po umieszczeniu stolika należy zmienić jego ustawienie np. X = 180 mm

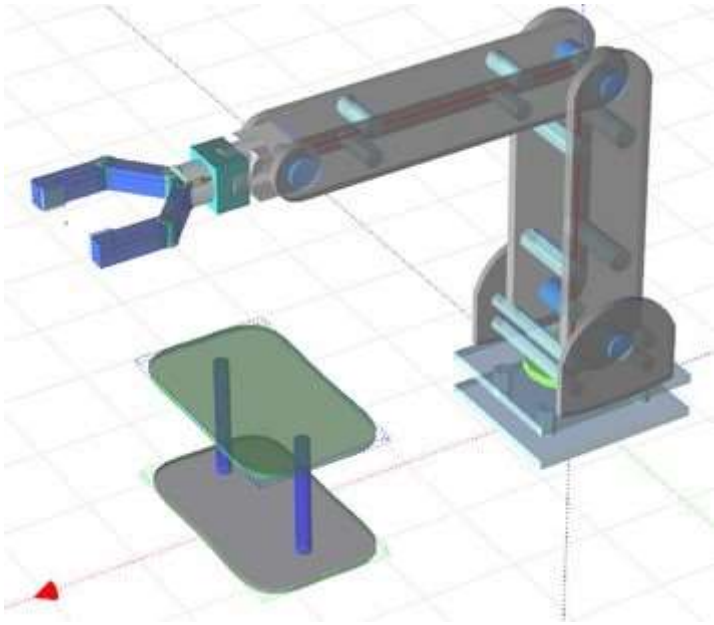
1 . Dodanie stolika



Przykładowy szkic robota ze stolikiem

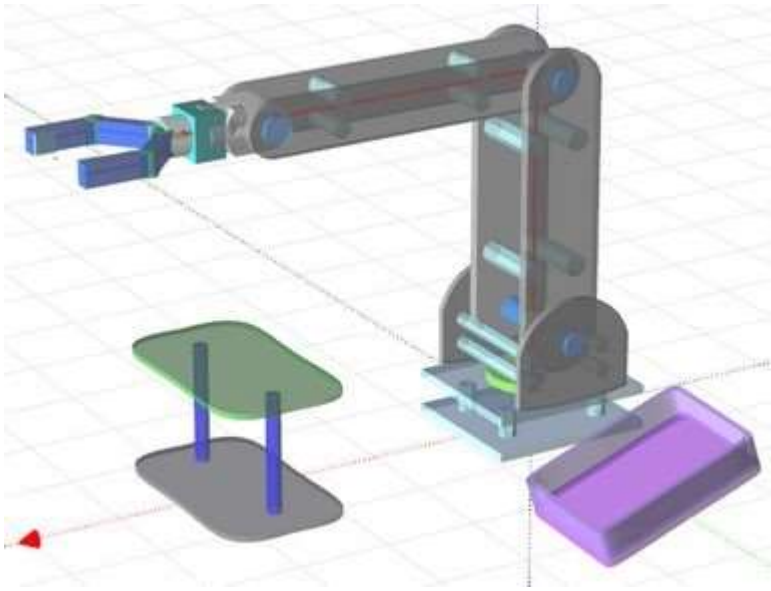
Informacja: można dokonać zmian innych parametrów wielkości i kolorystyki aby uzyskać pożądany efekt.
Uwaga: parametry grawitacji uruchamiać zależnie od przeznaczania obiektu np.

- jeśli na stoliku maja być odkładane elementy: grawitacja statyczna - załączona
- jeśli robot może przesunąć stolik: grawitacja dynamiczna załączona
- jeśli mają być wykrywane kolizja chwytaka robota i stolika: wykrywanie kolizji - załączone



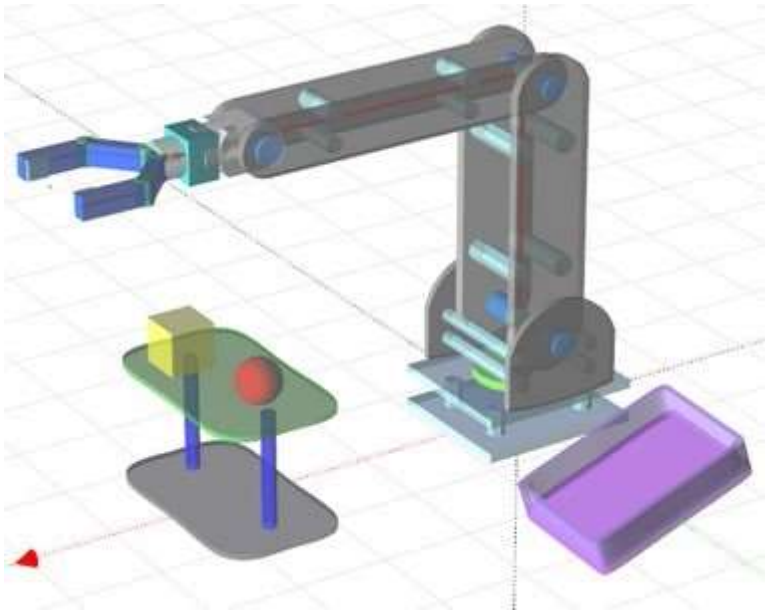
Podobnie jak przy umieszczaniu stolika należy wybrać gałąź "Elementy" w drzewie projektu następnie określić rodzaj elementu jako pojemnik, nacisnąć przycisk dodaj oraz zmienić parametry położenia i wymiarów umieszczonego pojemnika.

2. Dodanie pojemnika



3. Dodanie obiektów manipulacji

Należy dodać dwa obiekty manipulacji: sześcian i kulę. następnie zmienić ich parametry wymiarowe oraz ustawić pozycję nad stolikiem. Uwaga: należy włączyć wszystkie parametry grawitacji i wykrywania kolizji inaczej obiekty nie będą mogły być unoszone przez chwytak robota.



Etap 7: Manipulacja obiektami

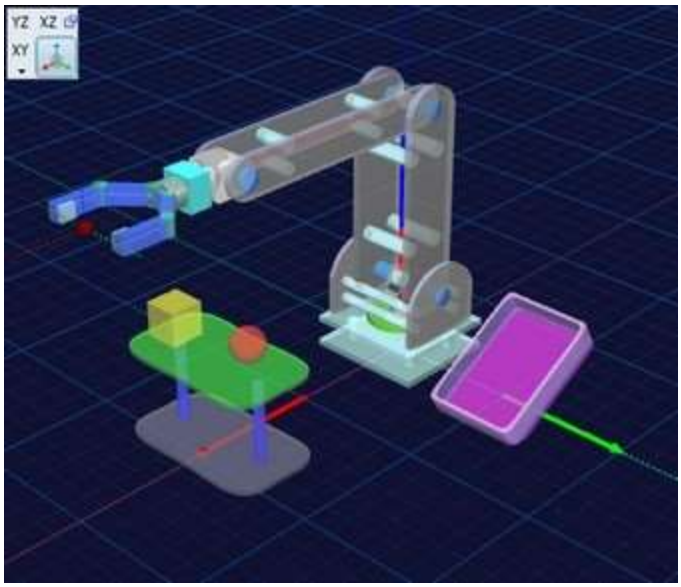
Założenie programu sterującego:

Uchwycenie poszczególnych elementów (sześcianu i kulki) a następnie przetransportowanie ich do pojemnika i upuszczenie.

Procedury:

- utworzenie listy niezbędnych punktów trajektorii ruchu ramienia (po dwa punkty dla obiektów - w miejscu chwytu i ok 50mm ponad, punkt nad pojemnikiem i punkt startowy np. zerowy)
- utworzenie programu sterującego

Uwaga: reset środowiska wirtualnego (ponowne odstawienie obiektów manipulacji na stolik) można wykonać naciskając przycisk , natomiast widok brył grawitacji przycisk .



Procedury Działanie

1. Utworzenie listy niezbędnych pozycji

No	J1 [°]	J2 [°]	J3 [°]	J4 [°]	J5 [°]	J6 [°]	G	Opis
P0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	☑	Actual POS
P1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	☑	Zerowa
P2	-9,4	12,5	-13,4	91,9	0,0	-10,0	☑	pobranie sze...
P21	-9,4	15,7	-33,2	108,4	0,0	-10,0	☑	podniesienie ...
P3	**9,5**	**7,9**	**-6,4**	**89,4**	**0,0**	**10,0**	☑	**pobranie k...**
P31	9,5	10,7	-27,2	107,4	0,0	10,0	☑	podniesienie ...
P4	85,2	-17,7	-0,3	109,0	0,0	0,0	☑	pozycja upus...
P5	-47,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	☑	

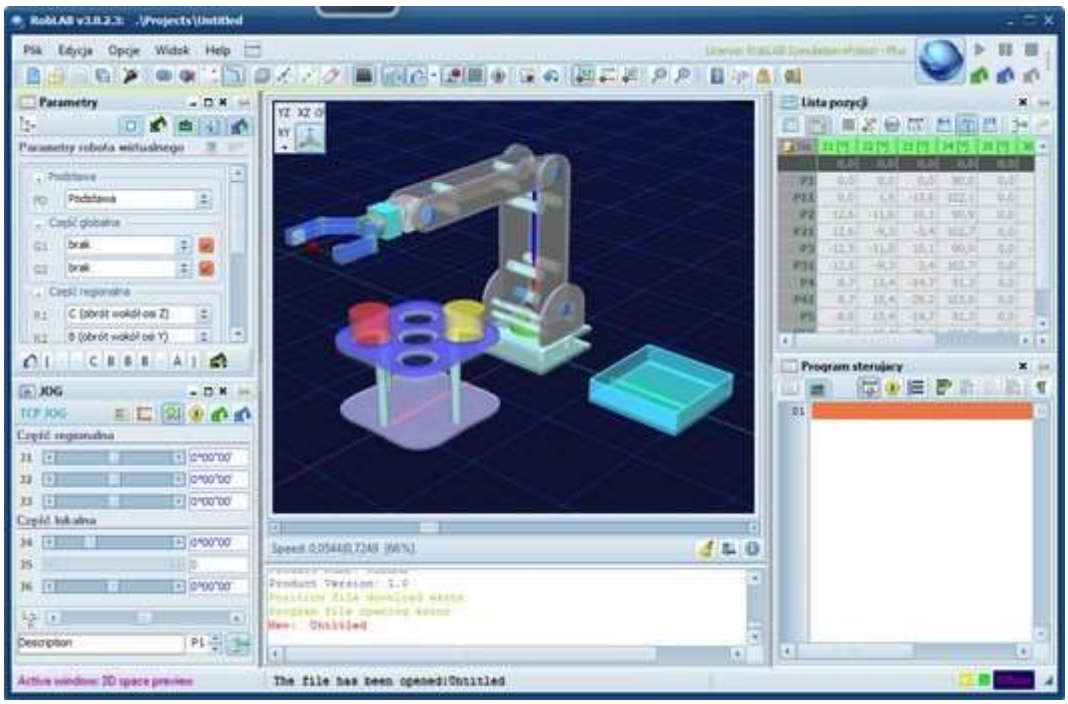
2. Utworzenie programu sterującego

```
10 HOPEN "otwarcie chwytaka
20 MOV P1
" pobranie szescianu
110 MOV P21
115 SPD 70
120 MOV P2
130 HCLOSE "zamkniecie chwytaka
150 MOV P21
155 SPD 150
160 MOV P4
170 HOPEN
180 DLY 5

" pobranie kulki
210 MOV P31
215 SPD 70
220 MOV P3
230 HCLOSE "zamkniecie chwytaka
250 MOV P31
255 SPD 150
260 MOV P4
270 HOPEN
280 DLY 5

300 MOV J1,-80
900 END "zakonczenie programu
```

Etap 8: Sterowanie RobTrain

Procedury	Działanie
1. Otwarcie aplikacji	Aby uruchomić aplikację należy uprzednią ją zainstalować lub podłączyć dysk pendrive z licencją i odszukać plik RobLAB.exe
2. Utworzenie projektu na podstawie szablonu "RobTrain_with_Table"	Wybrać akcję tworzenie nowego projektu (menu Plik/Nowy/ lub przycisk) a następnie odznaczyć opcję Projekt/ Na podstawie szablonu i wybrać odpowiedni szablon.

Informacja: Utworzony projekt na podstawie wskazanego szablonu automatycznie uzupełnia listę punktów o szereg podstawowych pozycji pobrania elementów i ich uniesienia.



Konfiguracja połączenia wymagana jest podczas pierwszego uruchomienia aplikacji w trybie sterowania rzeczywistym robotem. Wszystkie parametry połączenia są zapisywane w pliku ../Data/Options.ini i przy następnym połączeniu nie będzie już konieczne przeprowadzanie tego procesu (o ile nie zmieni się port COM).

przycisk .

Aby uruchomić narzędzie konfiguracji portu COM należy nacisnąć

3. Konfiguracja połączenia

W otwartym oknie konfiguracji należy wybrać odpowiedni port do którego aktualnie podłączono kontroler oraz szybkość transmisji.

Wersje kontrolera i ustawienia

Wersja 1 - kontroler wyposażony w RS232 wymaga podłączenia do rzeczywistego portu COM lub portu dostępnego przez przejściówkę USB/RS232. Parametry:

Port - najczęściej COM1, Baud rate: 38400

Wersja 2 - kontroler wyposażony w złącze USB wymagana instalacja sterowników do wirtualnego portu COM. Parametry:

Port - zależnie od systemu, Baud rate: 57600

Aby nawiązać połączenie z robotem rzeczywistym należy nacisnąć jeden z trzech przycisków połączenia z obiektem wirtualnym clip0141 (pasek kontroli, panel sterowania, panel JOG)
Wszystkie przyciski wykonują to samo zadanie pozwalające na

4. Nawiązanie połączenia sterowanie rzeczywistym robotem z poziomu aplikacji.
z kontrolerem robota rzeczywistego

Podczas pierwszego połączenia zostanie wyświetlone okno dialogowe wskazujące niezbędne do wykonania procedury i testy tj.

- zapis danych o aktualnie podłączonym robocie do pliku

RobTrain.def celem weryfikacji poprawności ustawień - testy zakresów i korekt odczytanych z kontrolera robota - zapisanie ustawień w projekcie oraz zmiana ustawień zakresowych robota wirtualnego

Przyciskiem Test umożliwiamy aplikacji wykonanie niezbędnych operacji.

Etap 9: Nowa konstrukcja robota

Założenie projektu:

Konstrukcja robota pięcio-członowego firmy PIAP o oznaczeniu IRp-10

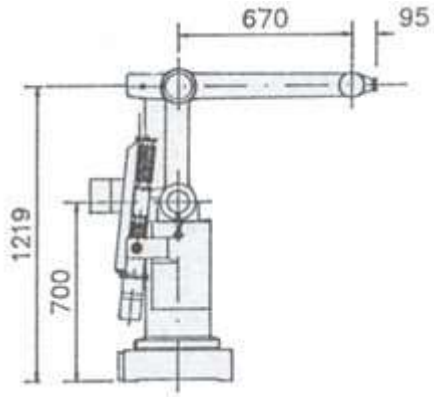
Na podstawie materiałów katalogowych należy określić

- zapis struktury robota
- podstawowe wymiary członów
- zakresy ruchu

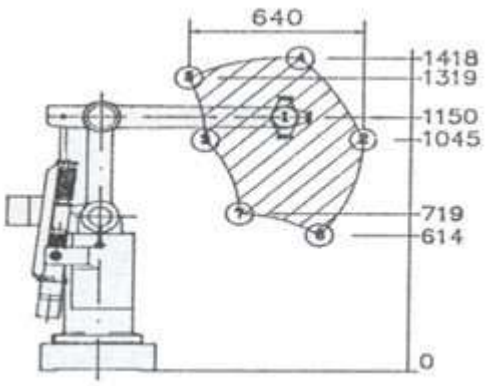
Wszystkie opcje dotyczące konstrukcji robota zostały zgromadzone w "Panelu parametrów"

Zapis struktury {CR, BR1, BR2, BL, AL}

DANE TECHNICZNE	IRp-6	IRp-10
Liczba stopni swobody	5	5
Dopuszczalne obciążenie	6kg	10kg
Powtarzalność pozycjonowania +/- 0.2mm		
Masa części manipulacyjnej	125 kg	
Ruch obrotowy		
- zakres obrotu	+/-170°	
- max. Prędkość	95°/s	
- długość	600 mm	
Ruch ramienia dolnego		
- zakres obrotu	+/-40°	
- max. Prędkość	90°/s	
- długość	519 mm	
Ruch ramienia górnego		
- zakres obrotu	+25°, - 40°	
- max. Prędkość	90°/s	
- długość	670 mm	
Ruch przegubu (pochylenie)		
- zakres obrotu	+/-90°	
- max. Prędkość	115°/s	
- długość	95 mm	
Ruch przegubu (skręcanie)		
- zakres obrotu	+/-180°	
- max. Prędkość	95°/s	
- długość	10 mm	



Podstawowe wymiary IRp-6, IR-p-10



Przestrzeń robocza IRp-6, IR-p-10

Wymiary (ze względu na ograniczenie maksymalne długości członu do 400mm należy zastosować odpowiednią skalę np. 1/6)

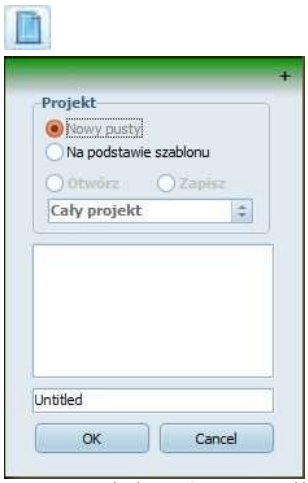
Ramię	Rzeczywiste wymiary	Skala 1/6
Długość - podstawy	100 mm	17 mm
Długość - ramienia J1	600 mm	100 mm
Długość - ramienia J2	519 mm	86 mm
Długość - ramienia J3	670 mm	112 mm
Długość - ramienia J4	95 mm	16 mm
Długość - ramienia J6	10 mm	2 mm

Procedury **Działanie**

Aby uruchomić aplikację należy uprzednią ją zainstalować lub podłączyć dysk pendrive z licencją i odszukać plik RobLAB.exe

No	J1 [°]	J2 [°]	J3 [°]	J4 [°]	J5 [°]	J6 [°]	G	Opis
P0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	☑	Actual POS
P1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	☑	Zerowa
P2	-9,4	12,5	-13,4	91,9	0,0	-10,0	☑	pobranie sze...
P21	-9,4	15,7	-33,2	108,4	0,0	-10,0	☑	podniesienie ...
P3	**9,5**	**7,9**	**-6,4**	**89,4**	**0,0**	**10,0**	☑	**pobranie k...**
P31	9,5	10,7	-27,2	107,4	0,0	10,0	☑	podniesienie ...
P4	85,2	-17,7	-0,3	109,0	0,0	0,0	☑	pozycja upus...
P5	-47,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	☑	

1. Otwarcie aplikacji



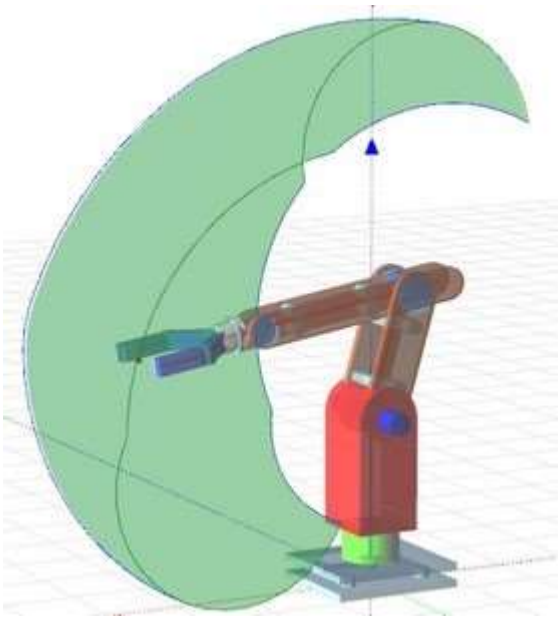
Wybrać akcję tworzenie nowego projektu (menu Plik/Nowy/ lub przycisk) a następnie odznaczyć opcję Projekt/Nowy pusty.

2. Utworzenie projektu nowego pustego

Uwaga: W oknie doboru konstrukcji robota zostanie domyślnie ustawiona konstrukcja robota pięcio-członowego (którą można zaakceptować lub dokonać zmian rodzajów poszczególnych członów. Parametry wymiarowe i kolorystyczne członów zostaną odczytane z pliku ../Data/Default.ini (człony o tych samych literach rodzaju będą posiadały te same parametry).

Należy wybrać odpowiednią konstrukcję robot na podstawie dokumentacji IRp-10 (domyślna jest taka sama jak docelowa) a następnie dodać wybraną konstrukcję robota do przestrzeni. Po dodaniu robota zmienić parametry wymiarowe i zakresy kątowe poszczególnych członów tak aby konstrukcja przypominała projektowaną wersję robota.

3. Utworzenie konstrukcji robota



Przykładowa konstrukcja

Uwaga: Program uwzględnia jedynie zakresy kątowe i położenie punktu TCP bez uwzględnienia ograniczeń wynikających z konstrukcji robota dlatego przestrzeń robocza będzie wyglądem odbiegać od przestrzeni wykreślonej przez producenta.