

DYDAKTYKA ABB



DEFINICJA / TWORZENIE / STOSOWANIE

# Narzędzie robota - Tool

Temat nr 3

Wersja 01/2019

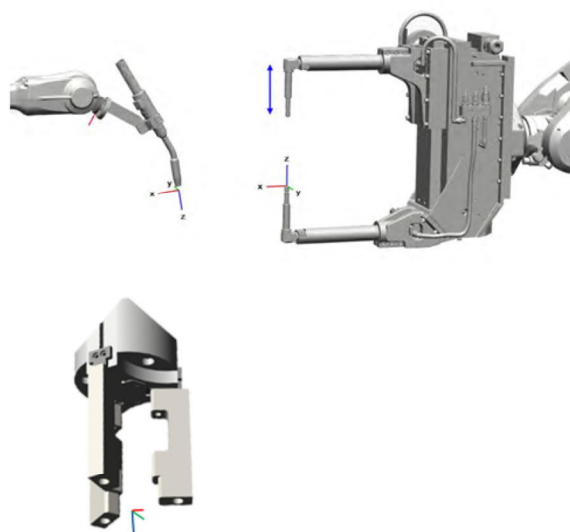
**ABB**

Materiały są własnością ABB Sp. z o.o. Wszelkie prawa zastrzeżone.

## Definicja

**Narzędzie** (ang. Tool) to obiekt (chwytak, uchwyt spawalniczy, palnik plazmowy itp.), który można zamontować na tarczy obrotowej robota, posiadający zdefiniowany punkt TCP.

**TCP** (ang. Tool Centre Point) (Centralny Punkt Narzędzia) jest punktem, względem którego definiuje się pozycję ramienia robota.



### DEFINICJA

## Narzędzie / TCP

Centralny punkt narzędzia (Tool Centre Point)

Punkt środkowy narzędzia (Tool Centre Point) jest punktem, względem którego definiuje się wszystkie pozycje robota.



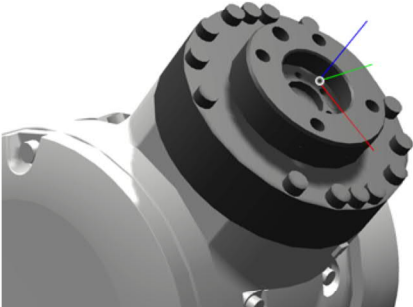
Narzędzie to obiekt, który można zamontować, pośrednio (przez dodatkowe uchwyty mocujące) lub bezpośrednio, na tarczy obrotowej robota, lub zainstalować w pozycji nieruchomej w zasięgu roboczym robota. Tarcza obrotowa robota jest jego 6 osią (dla robotów 6 osiowych lub 4 dla robotów czteroosiowych typu paletyzer, scara).

Uchwyt mocujący nie jest uznawany za narzędzie. Wszystkie narzędzia muszą mieć zdefiniowane współrzędne TCP (punkt środkowy narzędzia). Każde narzędzie, które może być używane w systemie robota, musi zostać zmierzone (przynajmniej TCP, masa, środek ciężkości), a jego dane należy zapisać w systemie, w celu uzyskania poprawnego pozycjonowania punktu środkowego narzędzia.

Przykład TCP – kiedy narzędziem robota jest ołówek, to czubek rysika powinien być TCP narzędzia. Chcąc wyrysować np. okrąg na kartce musimy ściśle określić położenie końca rysika względem kartki. Położenie ramienia robota nie ma dla nas tak dużego znaczenia jak położenie TCP ołówka i jego ustawienie kątowe względem kartki.

Przykład TCP – kiedy narzędziem robota jest uchwyt spawalniczy, to końcówka drutu elektrodowego jest TCP narzędzia.

**Tool0** – narzędzie domyślne, TCP utworzone jest w środku tarczy robota - zdefiniowane przez producenta robota i zapisane w jego systemie.

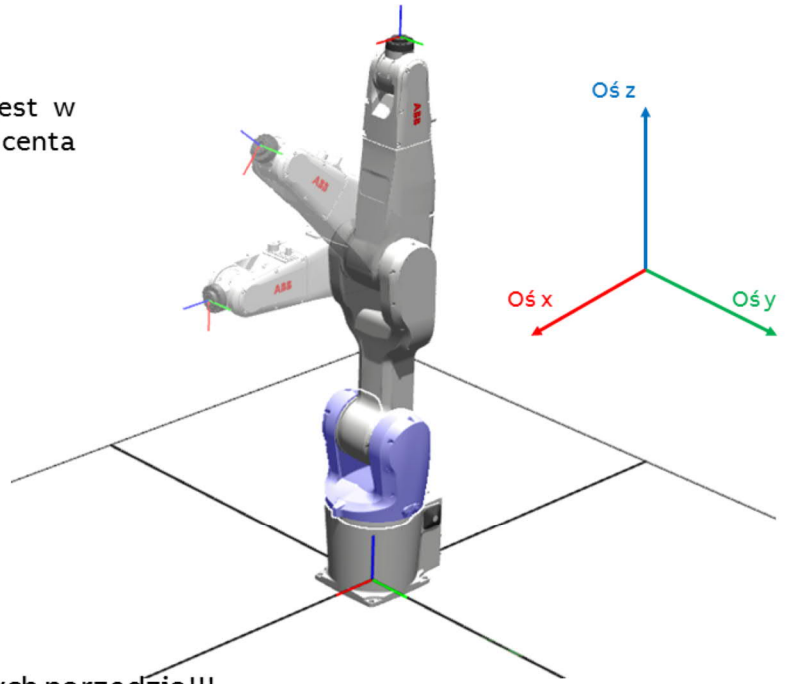


TCP DLA TOOL 0 UMIESZCZONE JEST W OSI I PŁASZCZYŹNIE TARCZY ROBOTA

## Tool 0

Punkt TCP jest środkiem układu współrzędnych narzędzia!!!

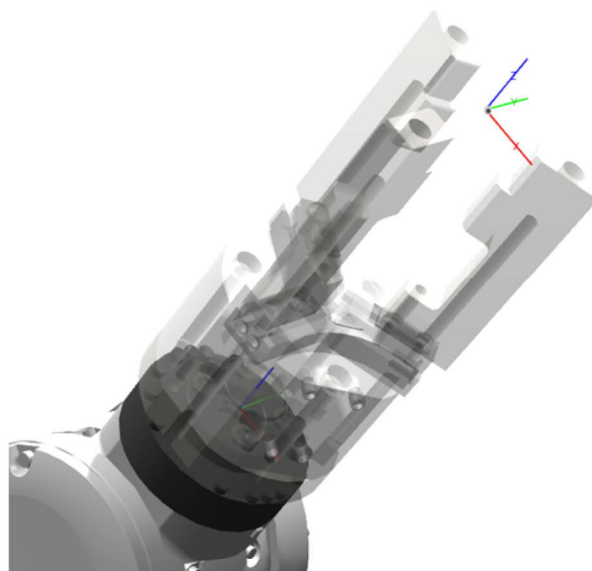
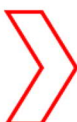
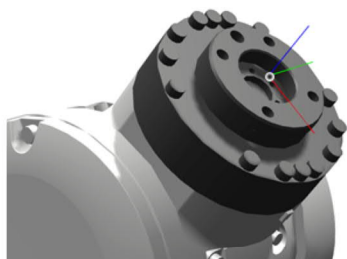
Układ ten posiada taką samą orientację jak Base frame robota / World frame



**ABB**

Tool 0 jest zapisany w systemie i dostępny już przy pierwszym uruchomieniu robota. Kiedy płaszczyznę tarczy 6 osi robota ustawimy równoległe do podstawy robota (rysunek) to widać, że zdefiniowany w punkcie TCP układ współrzędnych narzędzia Tool 0 ma taką samą orientację jak Base frame robota (zakładając, że osie robota (poza 3) są ustawione na 0 stopni – patrz lekcja nr 1). Jak widać na rysunku układ narzędzia może się przemieszczać i reorientować względem układu Base frame, który jest tu nieruchomy.

Punkt środkowy nowego narzędzia (TCP) definiuje się względem pozycji TCP Tool 0



TCP NOWYCH NARZĘDZI USTALANE JEST WZGLĘDEM TOOL 0

## Tool 0 > Tool\_chwytek

Mocowanie narzędzi do tarczy musi zapewniać stabilne i powtarzalne pozycjonowanie

Należy stosować przynajmniej jeden kołek pozycjonujący i wpust centrujący uchwyt na środku tarczy robota.

**ABB**

Punkt środkowy narzędzia (TCP) definiuje się względem pozycji Tool 0 leżącego w środku tarczy 6 (lub 4) osi robota. Punkt środkowy narzędzia stanowi również początek układu współrzędnych narzędzia (rysunek). System robota może obsługiwać kilka definicji TCP, ale tylko jedna z nich może być aktywna w danej chwili.

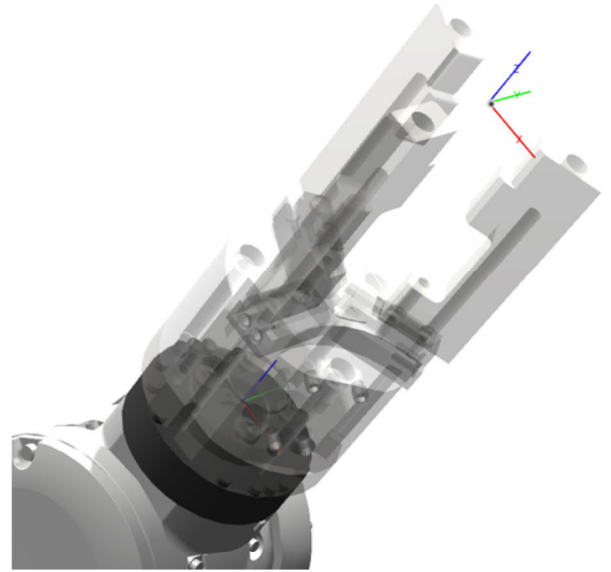
Istnieją dwa podstawowe typy TCP: ruchome i stacjonarne. Większość zastosowań dotyczy ruchomych TCP, tzn. TCP przesuujących się wraz z robotem (manipulatorem). Typowy ruchomy punkt TCP można zdefiniować względem np. końcówki drutu elektrodowego przy spawaniu łukowym, końcówki elektrody zgrzewarki punktowej lub końcówki narzędzia sortującego.

Stacjonarne TCP - w niektórych zastosowaniach korzysta się ze stacjonarnych TCP, np. w przypadku wykorzystania stacjonarnej spawarki punktowej. W takich przypadkach istnieje możliwość zdefiniowania TCP względem stacjonarnego sprzętu, zamiast przesuwania robota (manipulatora).

Szczegóły wymiarów tarczy i pasowania zawarte są w instrukcjach produktowych robotów.

**Utworzenie** TCP nowego narzędzia można przeprowadzić na trzy sposoby:

- Transformacja TCP narzędzia względem TCP Tool 0
- Zdefiniowanie TCP narzędzia
- Utworzenie TCP narzędzia w programie RobotStudio



TCP NOWYCH NARZĘDZI USTALANE JEST WZGLĘDEM TOOL 0

**Tool 0 > Tool\_chwytek**

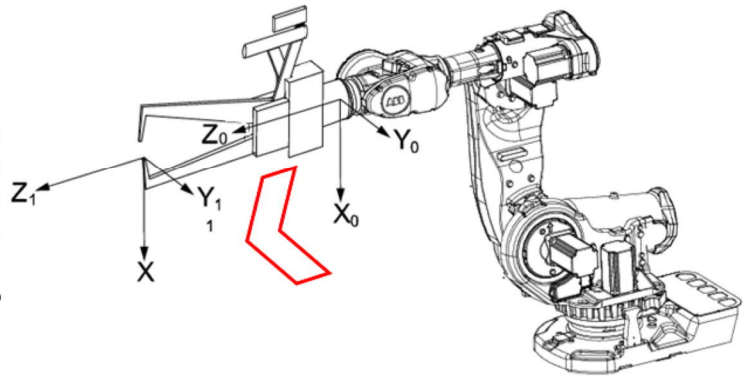
**ABB**

Tworzenie narzędzi można przeprowadzić na trzy sposoby. Opisane w tej części prezentacji są pierwsze dwa. Tworzenie narzędzia w programie RobotStudio opisane jest w szkoleniach dotyczących tego oprogramowania.

## ❑ Transformacja TCP narzędzia względem TCP Tool 0

W przypadku, kiedy możemy precyzyjnie zmierzyć odległość położenia TCP nowego narzędzia od TCP Tool 0 lub gdy producent narzędzia udostępnia takie dane, możliwe jest zdefiniowanie TCP poprzez podanie wartości przesunięcia nowego TCP w osi X, Y i Z od TCP Tool 0.

Błąd pomiaru (-)  
Dokładność wykonania (-)



ĆWICZENIE NR 1 TWORZENIE  
NARZĘDZIA PRZEZ OFFSET

TRANSFORMACJA (OFFSET) TCP NARZĘDZIA

## Transformacja TCP

Centralny punkt narzędzia (Tool Centre Point)

**ABB**

Transformacja TCP Tool 0 jest najprostszą metodą tworzenia nowego TCP. Producenci chwytaków, uchwytów spawalniczych i innych narzędzi podają niekiedy wartości przesunięcia TCP ich narzędzi względem TCP Tool 0. Zdefiniowany w ten sposób TCP obarczony jest błędem dokładności wykonania narzędzia.

W przypadku pomiaru odległości nowego TCP względem TCP Tool 0 na dokładność wyznaczenia będzie miała wpływ dokładność pomiaru.

Utworzone w ten sposób narzędzie z TCP będzie miało układ współrzędnych narzędzia ustawiony identycznie jak układ narzędzia Tool 0!

## ❑ Zdefiniowanie TCP narzędzia

Do zdefiniowania TCP nowego narzędzia służy procedura zawarta w systemie robota. Zastosowanie procedury wymaga zamontowania w narzędziu ostrego stożka, którego koniec będzie TCP narzędzia. Drugi stożek referencyjny zamocowany powinien być stabilnie na podstawie przed robotem.

Robota należy ustawić w kilku pozycjach w taki sposób aby końce obydwu stożków maksymalnie się do siebie zbliżyły bez kolizji.

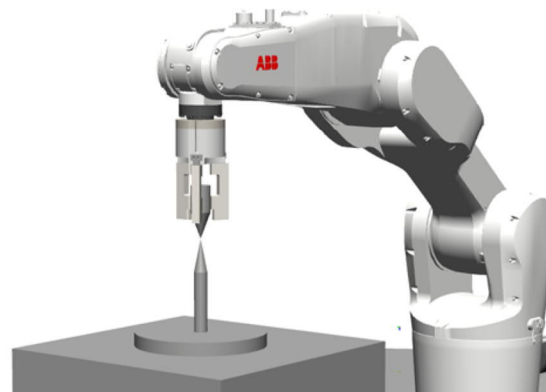
Każde takie ustawienie powinno zostać zapisane.

Błąd pomiaru (+)

PROCEDURA DEFINIOWANIA TCP NARZĘDZIA

## Definiowanie TCP

Centralny punkt narzędzia (Tool Centre Point)



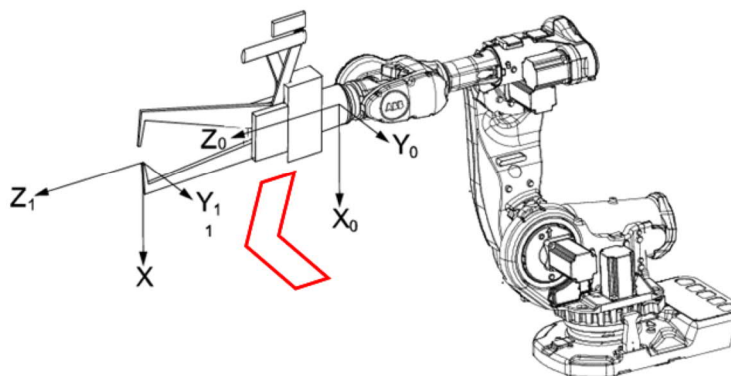
ĆWICZENIE NR 2 TWORZENIE  
NARZĘDZIA PRZEZ DEFINICJĘ

**ABB**

Błąd pomiaru TCP narzędzia powinien wynosić w tej metodzie dziesiąte części [mm], bardzo dobry wynik to np. 0,1-0,2 [mm]. Dokładność tej metody zależy jednak od warunków fizycznych osoby przeprowadzającej pomiar (ostrość widzenia), dokładności w ustawieniu robota względem stożka referencyjnego oraz dokładności wykonania obydwu stożków.

W tej metodzie dokładność wykonania narzędzia ma mniejszy wpływ na dokładność pomiaru.

ĆWICZENIE NR 1 TWORZENIE  
NARZĘDZIA PRZEZ OFFSET



TRANSFORMACJA (OFFSET) TCP NARZĘDZIA

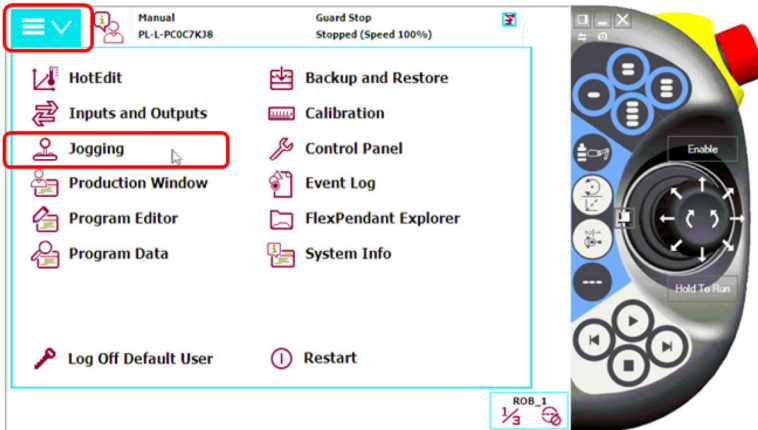
## Transformacja TCP

Centralny punkt narzędzia (Tool Centre Point)



Ćwiczenie umożliwi utworzenie nowego narzędzia i zdefiniowanie jego TCP metodą „krok po kroku”





TRANSFORMACJA (OFFSET) TCP NARZĘDZIA

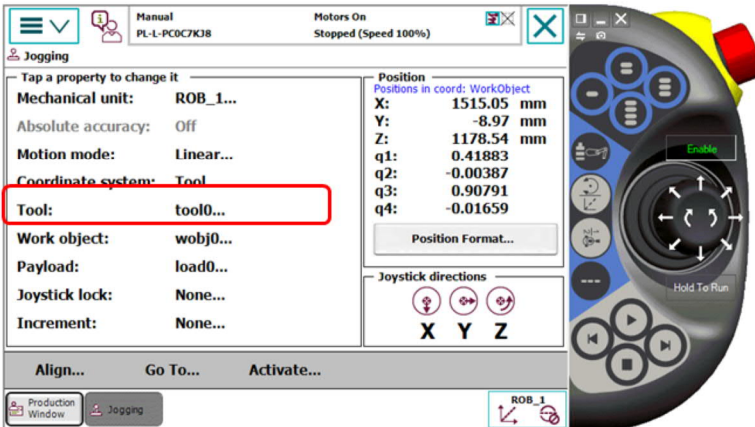
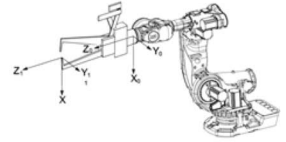
## Transformacja TCP

Centralny punkt narzędzia (Tool Centre Point)

**ABB**

Robot musi być w trybie Manual.

Na panelu Flexpendant naciśnij Menu ABB a następnie Jogging (Poruszanie)



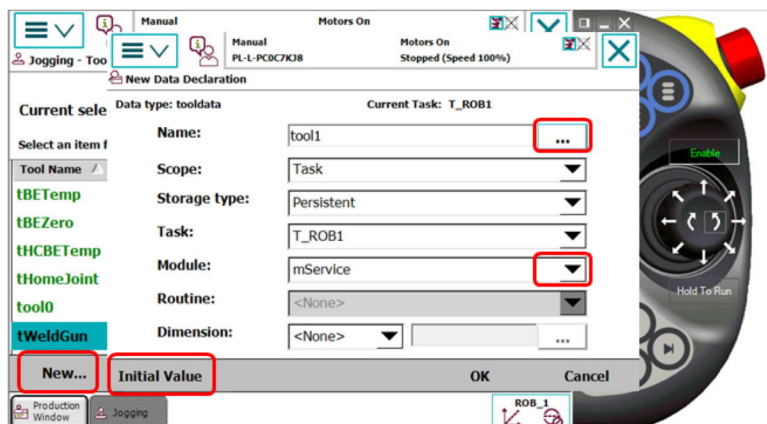
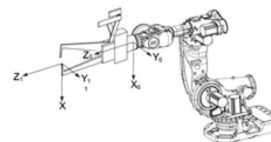
TRANSFORMACJA (OFFSET) TCP NARZĘDZIA

## Transformacja TCP

Centralny punkt narzędzia (Tool Centre Point)

**ABB**

Naciśnij wiersz Tool:



TRANSFORMACJA (OFFSET) TCP NARZĘDZIA

## Transformacja TCP

Centralny punkt narzędzia (Tool Centre Point)

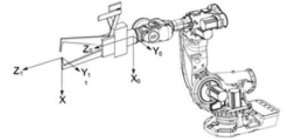
**ABB**

Pojawi się lista narzędzi zdefiniowanych wcześniej w systemie. W pasku na dole ekranu naciśnij przycisk New.

W oknie, które się pojawi możesz wpisać nową nazwę narzędzia. Kliknij przycisk [...] następnie wpisz nazwę nowego narzędzia. Nie wolno używać polskich znaków ani spacji!

Wybierz moduł gdzie zostanie zapisana definicja narzędzia (tooldata). Jeśli nie wiesz, w którym module zapisać definicję narzędzia wybierz moduł „user”

Naciśnij przycisk „Initial Value” „Wartości początkowe”



Name: **tool1**

Tap a field to edit the value.

Name	Value
robhold :=	TRUE
tframe:	[[0,0,0],[1,0,0,0]]
trans:	[0,0,0]
<b>x :=</b>	<b>0</b>
y :=	0
z :=	0

7	8	9	←
4	5	6	→
1	2	3	⊗
0	+/-	.	F-E

TRANSFORMACJA (OFFSET) TCP NARZĘDZIA

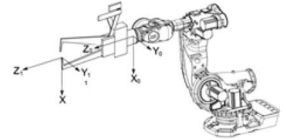
## Transformacja TCP

Centralny punkt narzędzia (Tool Centre Point)

Naciśnij na wiersz x:= i wpisz na klawiaturze wartość przesunięcia nowego TCP w [mm]. Naciśnij przycisk OK pod klawiaturą. Pamiętaj o kierunku i zwrocie osi układu współrzędnych narzędzia Tool 0!

Wpisz wartości przesunięcia dla osi Y i Z.

W przypadku, gdy nowe TCP będzie położone w osi TCP Tool 0 wystarczy wpisać wartość przesunięcia TCP w osi Z.



Name: **tool1**

Tap a field to edit the value.

Name	Value	Data Type
mass :=	-1	num
cog:	[0,0,0]	pos
x :=	0	num
y :=	0	num
z :=	0	num
aom:	[1,0,0,0]	orient

OK Cancel

KONIEC

## Transformacja TCP

Centralny punkt narzędzia (Tool Centre Point)

Obowiązkowo musisz podać masę narzędzia w [kg] oraz cog (Centre of Gravity) środek ciężkości [mm] względem TCP Tool 0.

Pozostałe wartości mogą pozostać niezmienione.

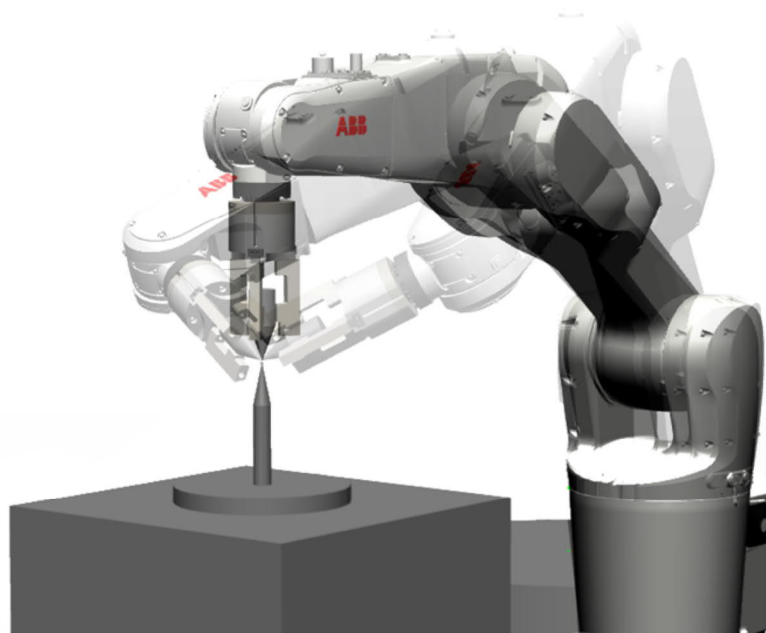
Jeśli możesz określić wartości momentów bezwładności  $i_x$ ,  $i_y$ ,  $i_z$ , to wpisz je w [kg/m<sup>2</sup>].

Uwaga: wartości momentów bezwładności skomplikowanych brył można łatwo uzyskać z programów typu SolidWorks, Inventor, CatiaV5.

Naciśnij OK > OK.

Tworzenie nowego narzędzia i definicja TCP zostało zakończone!

ĆWICZENIE NR 2 TWORZENIE  
NARZĘDZIA PRZEZ DEFINICJĘ



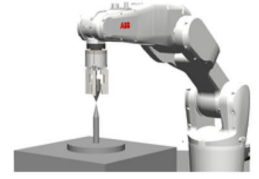
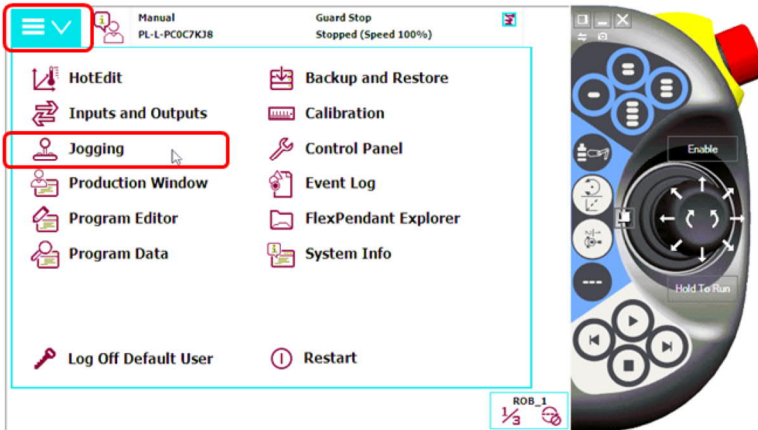
PROCEDURA DEFINIOWANIA TCP NARZĘDZIA

## Definiowanie TCP

Centralny punkt narzędzia (Tool Centre Point)



Ćwiczenie umożliwi utworzenie nowego narzędzia i zdefiniowanie jego TCP metodą „krok po kroku”



PROCEDURA DEFINIOWANIA TCP NARZĘDZIA

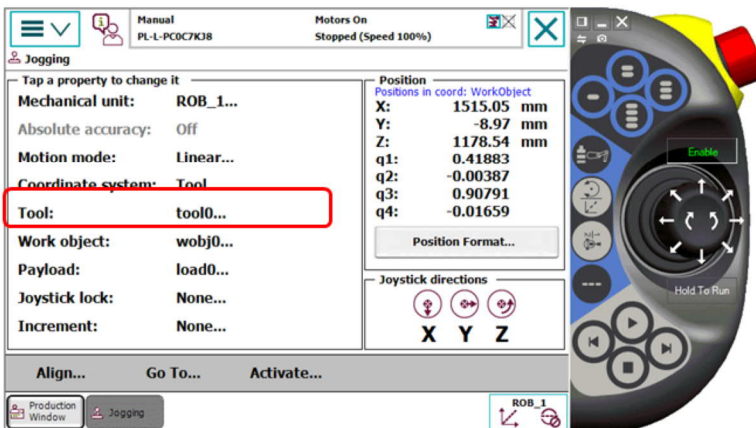
## Definiowanie TCP

Centralny punkt narzędzia (Tool Centre Point)

**ABB**

Robot musi być w trybie Manual.

Na panelu Flexpendant naciśnij Menu ABB a następnie Jogging (Poruszanie)



PROCEDURA DEFINIOWANIA TCP NARZĘDZIA

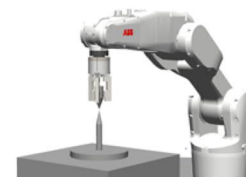
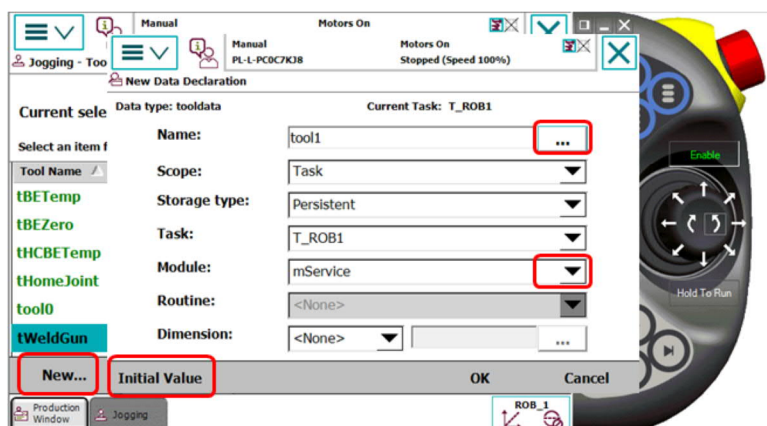
## Definiowanie TCP

Centralny punkt narzędzia (Tool Centre Point)

**ABB**

Naciśnij wiersz Tool:





PROCEDURA DEFINIOWANIA TCP NARZĘDZIA

## Definiowanie TCP

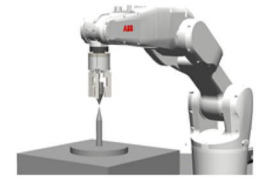
Centralny punkt narzędzia (Tool Centre Point)

Pojawi się lista narzędzi zdefiniowanych wcześniej w systemie. W pasku na dole ekranu naciśnij przycisk New.

W oknie, które się pojawi możesz wpisać nową nazwę narzędzia. Kliknij przycisk [...] następnie wpisz nazwę nowego narzędzia. Nie wolno używać polskich znaków ani spacji!

Wybierz moduł gdzie zostanie zapisana definicja narzędzia (tooldata). Jeśli nie wiesz, w którym module zapisać definicję narzędzia wybierz moduł „user”

Naciśnij przycisk „Initial Value” „Wartości początkowe”



Name: **tool1**

Tap a field to edit the value.

Name	Value	Data Type
mass :=	-1	num
cog:	[0,0,0]	pos
x :=	0	num
y :=	0	num
z :=	0	num
aom:	[1,0,0,0]	orient

OK Cancel

PROCEDURA DEFINIOWANIA TCP NARZĘDZIA

## Definiowanie TCP

Centralny punkt narzędzia (Tool Centre Point)

**ABB**

Obowiązkowo musisz podać masę narzędzia w [kg] oraz cog (Centre of Gravity) środek ciężkości [mm] względem TCP Tool 0.

Pozostałe wartości mogą pozostać niezmienione.

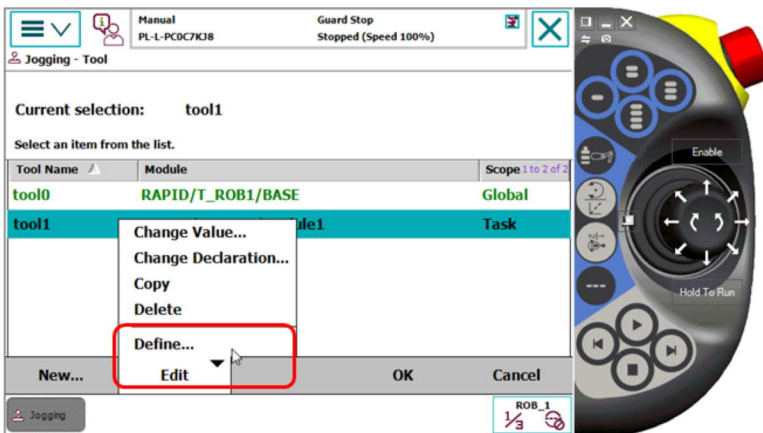
Jeśli możesz określić wartości momentów bezwładności  $i_x$ ,  $i_y$ ,  $i_z$ , to wpisz je w [kg/m<sup>2</sup>].

Uwaga: wartości momentów bezwładności skomplikowanych brył można łatwo uzyskać z programów typu SolidWorks, Inventor, CatiaV5.

Naciśnij OK > OK.

Tworzenie nowego narzędzia zostało zakończone!

Teraz należy zdefiniować TCP.



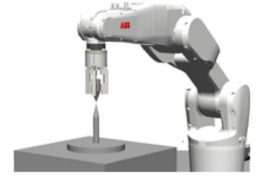
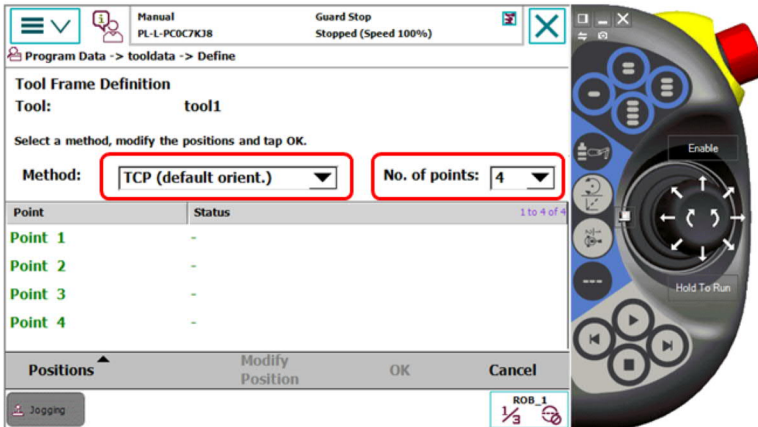
PROCEDURA DEFINIOWANIA TCP NARZĘDZIA

## Definiowanie TCP

Centralny punkt narzędzia (Tool Centre Point)



Na liście narzędzi zaznacz to utworzone przez Ciebie. Następnie naciśnij przycisk „Edytuj” (ang. Edit) i „Zdefiniuj...” (ang. Define...)



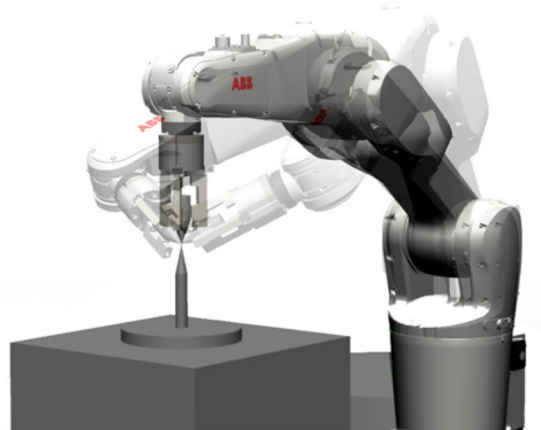
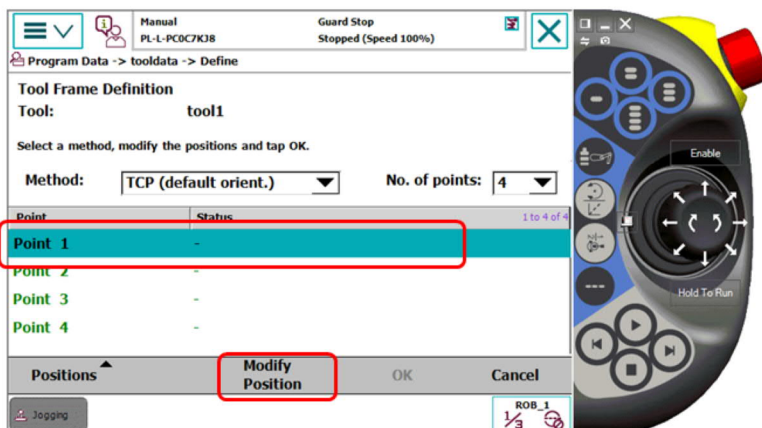
PROCEDURA DEFINIOWANIA TCP NARZĘDZIA

## Definiowanie TCP

Centralny punkt narzędzia (Tool Centre Point)

**ABB**

Wybierz metodę definiowania. Dostępne opcje: TCP / TCP & Z / TCP & Z & X  
Wybierz liczbę punktów pomiarowych. Domyślnie system proponuje 4 maksymalnie 9.



KONIEC

## Definiowanie TCP

Centralny punkt narzędzia (Tool Centre Point)

Zaznacz linię Point 1 > ustaw robota tak, by koniec stożka w chwytaku był jak najbliżej końca stożka referencyjnego ale bez kolizji z nim. Stosuj ruch inkrementalny! Naciśnij przycisk „Modify Position” (Modyfikacja Pozycji).

Następnie przeorientuj ramię robota do innej pozycji, ustaw dwa stożki względem siebie > zaznacz linię Point2 a następnie „Modify Position”

Wykonaj te zadania dla każdego punktu pomiarowego. Na końcu naciśnij [OK]. System wyświetli raport informujący o maksymalnym, minimalnym i średnim błędzie pomiaru oraz wartościach TCP. Definiowanie zostało ukończone.

## Tool Frame Definition

Tool: tWeldGun

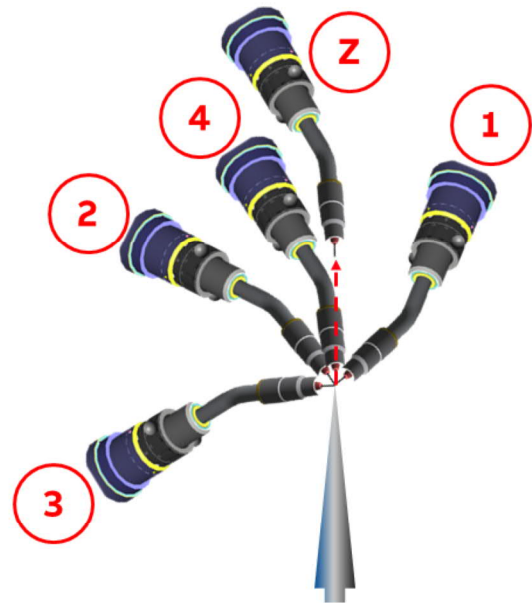
Select a method, modify the positions and tap OK.

Method: TCP &amp; Z

No. of points: 4

Point	Status
Point 2	-
Point 3	-
Point 4	-
Elongator Point Z	-

Positions    Modify Position    OK    Cancel



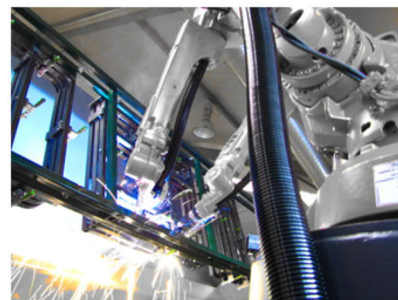
OŚ ZDEFINIOWANA INACZEJ NIŻ DLA TOOL 0

## Tool TCP & Z

Centralny punkt narzędzia (Tool Centre Point)

Metoda wymagana do aplikacji spawalniczych wymagających stosowania ruchu zakosowego uchwyty spawalniczego (Weave)

W przypadku narzędzi, w których chcemy zdefiniować oś Z w innym kierunku niż oś Z Tool 0 stosuje się metode TCP & Z. Wykonuj modyfikację punktów tak jak dla metody TCP jednak ostatni – w tym przypadku czwarty pomiar zapisz przy ustawieniu osi drutu elektrodowego w pozycji pionowej nad stożkiem. Następnie ruchem liniowym unieś narzędzie pionowo w górę i zmodyfikuj pozycję w linii Elongator Point Z. Kierunek przesunięcia między Point 4 a Elongator Point Z wyznaczy oś Z narzędzia. Podobnie można zdefiniować narzędzie metodą TCP & Z & X.



Dla aplikacji, w których stosowane są uchwyty spawalnicze do metod MIG/MAG, TIG, PAW, mikroplazma, itp. ABB stworzyło system automatycznego definiowania i korekty TCP, opierający się na pomiarze wiązki lasera położenia narzędzia w przestrzeni. System BullEye montowany jest zazwyczaj razem ze stacją czyszczącą TSC.



BULLSEYE + TSC

## Automatyczny system pomiaru BullsEye w spawaniu

Urządzenie automatycznie mierzy położenie dyszy gazowej i wyznacza TCP

Oprogramowanie steruje procesem pomiaru i wyznaczenia TCP. Sprawdza również, czy uchwyt spawalniczy nie został odkształcony w trakcie ewentualnych kolizji. W przypadku wykrycia odkształcenia przesuwa TCP narzędzia do aktualnej pozycji.

