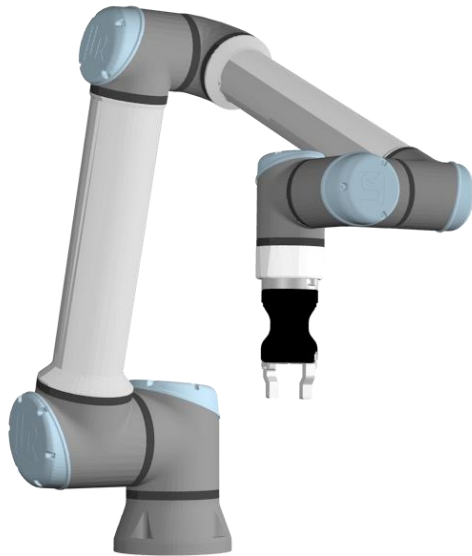


Robotyzacja

Roboty przemysłowe Przegląd podstawowych zagadnień Zastosowania



Materiały

<http://staff.uz.zgora.pl/ipajak/>

Robotyka

dziedzina nauki i techniki zajmująca się robotami, ich projektowaniem, sterowaniem, pomiarami zachowań, zastosowaniami i eksploatacją

Robotyzacja

wprowadzenie do procesu produkcyjnego manipulatorów, robotów i urządzeń pomocniczych, które wykonują operacje z ograniczonym udziałem lub bez udziału człowieka, może dotyczyć zarówno procesów technologicznych (obróbka mechaniczna, cieplna, montaż, itp.) jak i procesów pomocniczych (dostarczenie materiałów, odbiór wyrobów gotowych, magazynowanie, kontrola jakości)

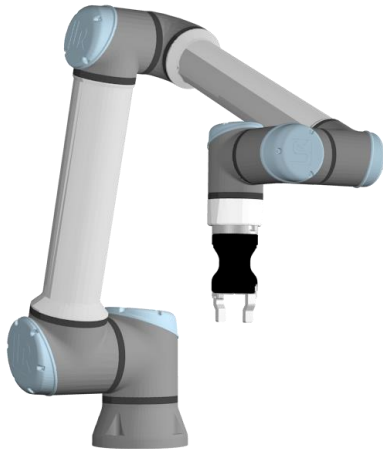
EN ISO 8373:2021 – Terminologia ogólna

Robot

mechanizm programowalny o pewnym stopniu autonomii, wykonujący zadania lokomocyjne, manipulacyjne czy pozycjonujące

Uwaga 1: robot zawiera system sterowania

Uwaga 2: przykładami robotów są manipulator, platforma mobilna i robot ubieralny



Autonomia

zdolność do wykonywania zadań bez interwencji człowieka (w oparciu o aktualny stan i odczyty czujników)

Uwaga 1: stopień autonomii można ocenić na podstawie jakości podejmowania decyzji i niezależności od człowieka

Układ sterowania

Kontroler robota

elementy sprzętowe i programowe realizujące sterowanie logiką i napędami oraz funkcje umożliwiające monitorowanie i kontrolowanie zachowania robota oraz jego interakcji i komunikacji z innymi obiektami i ludźmi w jego otoczeniu

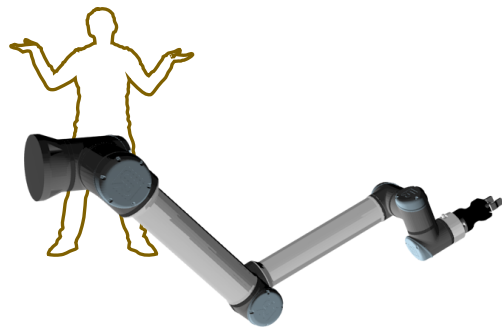


EN ISO 8373:2021 – Terminologia ogólna

Urządzenie robotyczne

mechanizm opracowany w technologii robotycznej, ale nie posiadający wszystkich cech robota

Przykłady: teleoperator (manipulator zdalny), urządzenie haptyczne (urządzenie dotykowe), efektor, egzoskielet bez zasilania



Technologia robotyczna

wiedza praktyczna powszechnie stosowana w projektowaniu robotów lub ich systemów sterowania, szczególnie w celu zwiększenia ich stopnia autonomii

Robot przemysłowy

automatycznie sterowany, reprogramowalny, uniwersalny **manipulator**, programowany w trzech lub więcej osiach, który może być zamocowany na stałe albo na **platformie mobilnej**, przeznaczony do zastosowania w aplikacjach automatyki przemysłowej

Uwaga 1: robot przemysłowy zawiera:

- manipulator, wraz z **napędami**
- **układ sterowania**
- środki do uczenia i/lub programowania robota, w tym wszelkie interfejsy komunikacyjne (sprzęt i oprogramowanie).

...

System robota przemysłowego

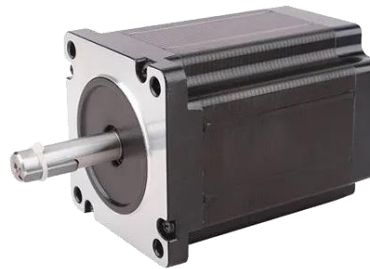
System robota

składa się z **robota przemysłowego**, **efektora**, czujników i wyposażenia efektorów (np. systemów wizyjnych, dozowników kleju, kontrolerów zgrzewania) potrzebnych do realizacji zamierzonego zadania, oraz programu

EN ISO 8373:2021 – Budowa mechaniczna robota

Napęd robota

mechanizm, który przekształca energię elektryczną, hydrauliczną, pneumatyczną lub dowolną inną energię w celu wywołania ruchu robota



EN ISO 8373:2021 – Budowa mechaniczna robota

Efektor

urządzenie mocowane do **interfejsu mechanicznego** robota umożliwiające wykonanie zadania postawionego przed robotem

Przykłady: chwytak, pistolet spawalniczy, pistolet natryskowy

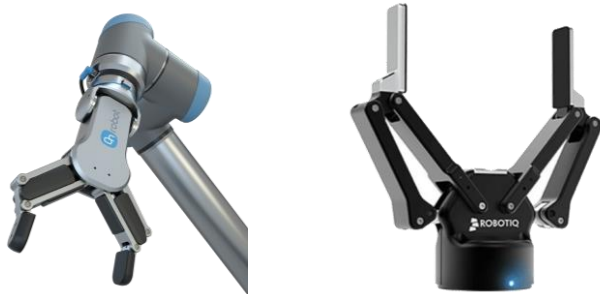
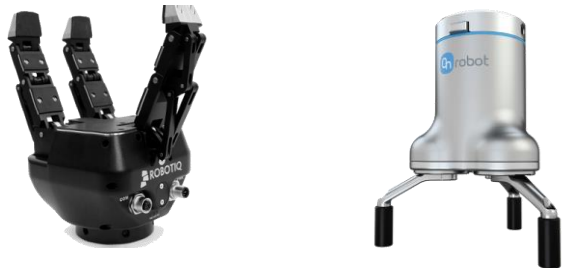




Chwytak

efektor przeznaczony do chwytania i przytrzymywania

Interfejs mechaniczny

powierzchnia montażowa na końcu manipulatora, do której mocowany jest efektor

Typ	Zastosowanie	Przykłady
2-palczaste	do chwytu obiektów o regularnych kształtach	
3-palczaste	do chwytu obiektów o zróżnicowanych kształtach i rozmiarach	
podciśnieniowe	do chwytu obiektów o nieregularnych kształtach	

Typ	Zastosowanie	Przykłady
magnetyczne	do transportu blach, elementów ferromagnetycznych	
specjalizowane		

EN ISO 8373:2021 – Budowa mechaniczna robota

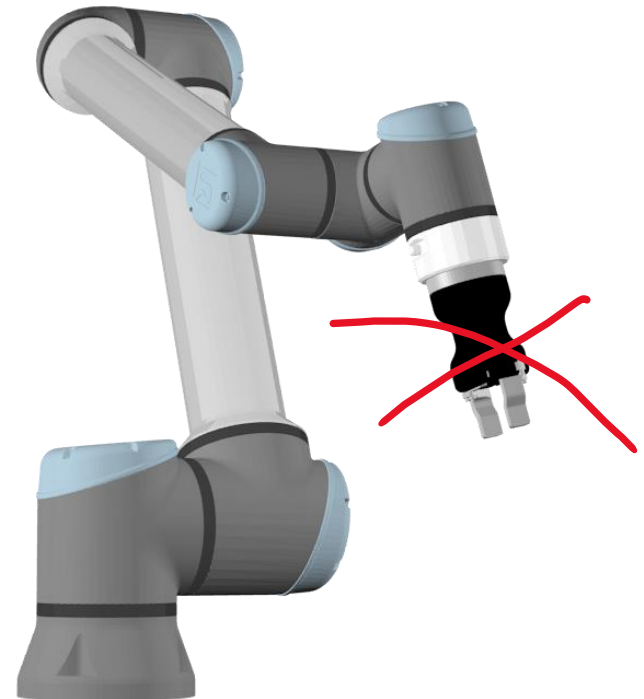
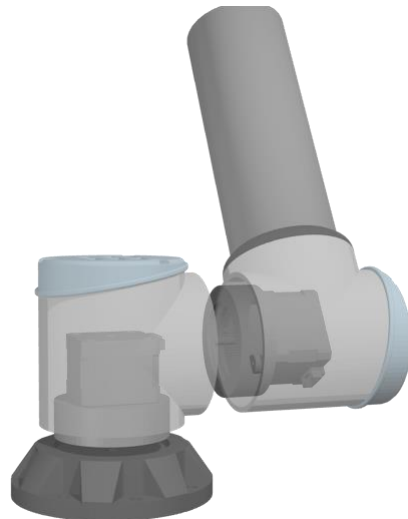
Manipulator

mechanizm składający się z układu segmentów, które są ze sobą połączone lub przesuwiają się względem siebie

Uwaga 1: w skład manipulatora wchodzi napędy

Uwaga 2: w skład manipulatora nie wchodzi efektor

Uwaga 3: w skład manipulatora zwykle wchodzi
ramię i nadgarstek



Człon

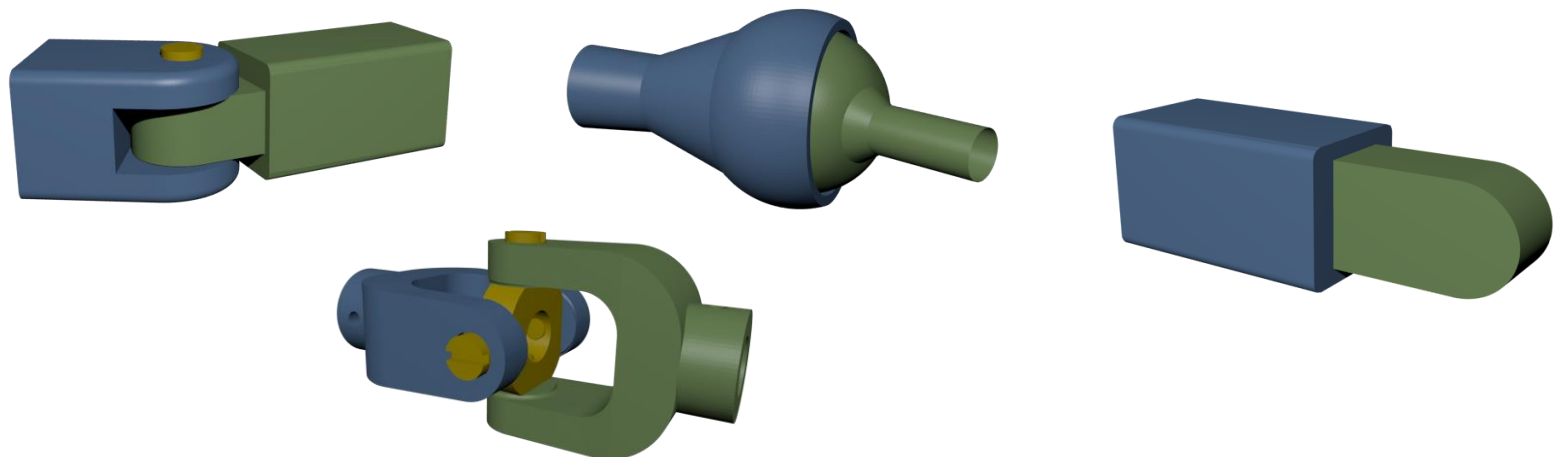
ciało sztywne połączone z jednym lub większą liczbą ciał sztywnych za pomocą połączeń ruchowych (par kinematycznych, węzłów kinematycznych, przegubów)

Para kinematyczna, Węzeł kinematyczny

Przegub

połączenie ruchowe dwóch członów mechanizmu umożliwiające ograniczony ruch względny pomiędzy nimi

Uwaga 1: połączenie jest albo aktywne/napędzane, albo pasywne/nienapędzane.



EN ISO 8373:2021 – Budowa mechaniczna robota

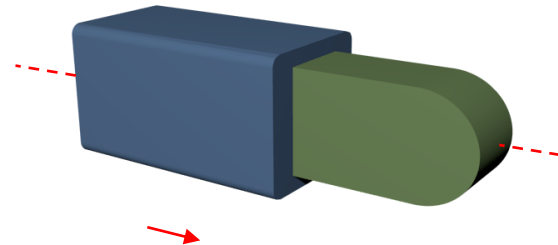
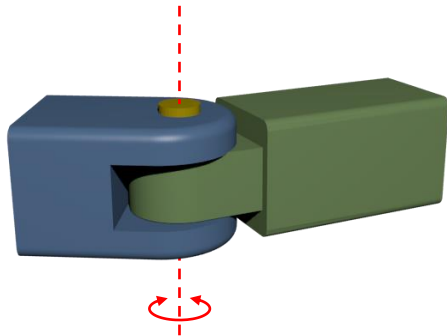
Para pryzmatyczna

Para przesuwna

połączenie dwóch członów, w którym jest możliwy jedynie ruch liniowy jednego członu względem drugiego

Para obrotowa

połączenie dwóch członów, w którym jest możliwy jedynie obrót jednego członu względem drugiego wokół stałej osi



EN ISO 8373:2021 – Budowa mechaniczna robota

Podstawa

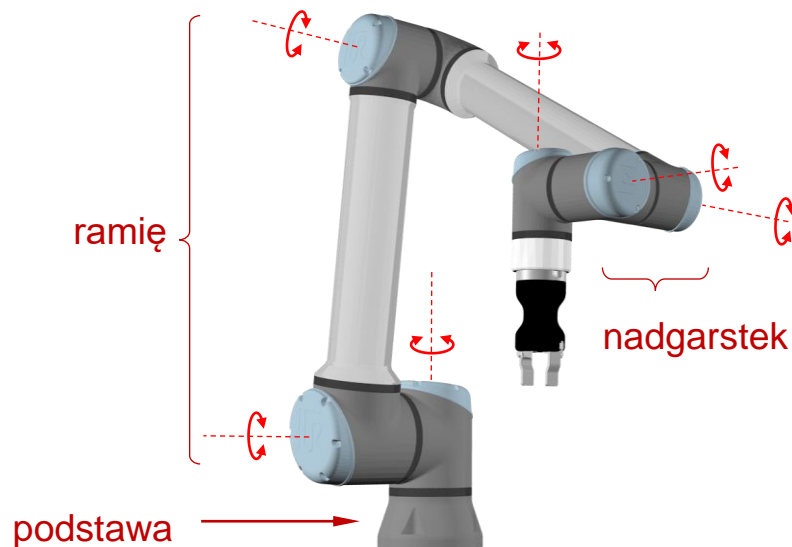
konstrukcja, do której przymocowane jest pierwszy człon manipulatora

Ramię

zbiór członów i napędzanych połączeń manipulatora pomiędzy podstawą a nadgarstkami

Nadgarstek

zbiór członów i napędzanych połączeń manipulatora pomiędzy ramieniem a efektem



EN ISO 8373:2021 – Geometria i kinematyka

Globalny układ współrzędnych

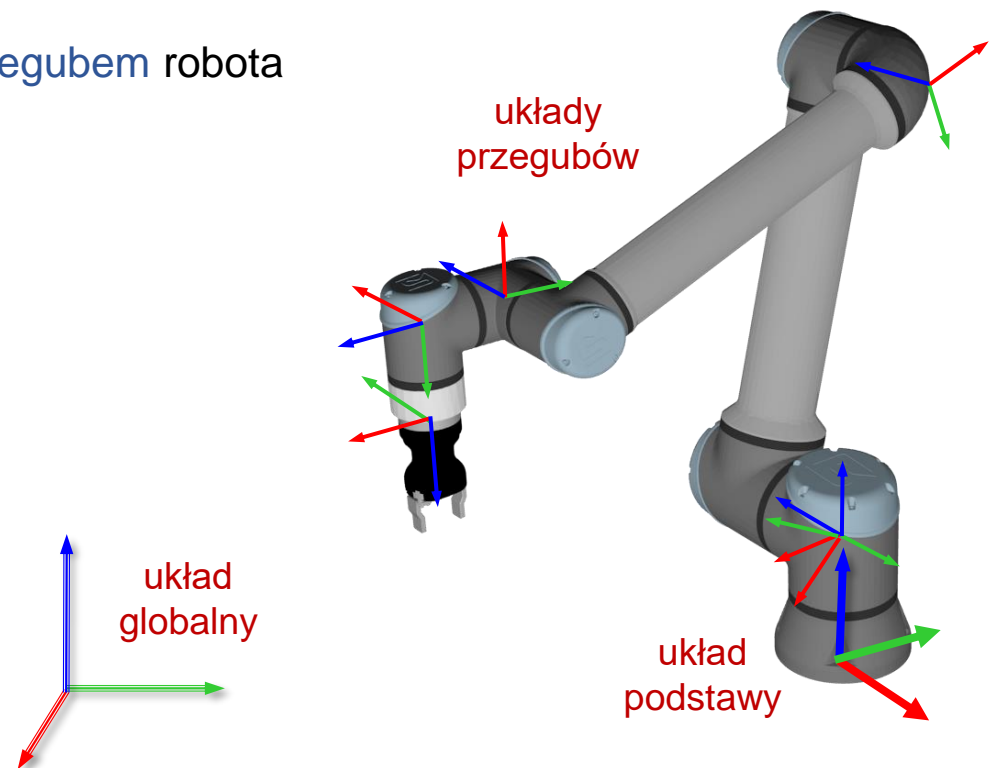
nieruchomy układ współrzędnych związany z ziemią, niezależny od ruchu robota

Układ współrzędnych podstawy

nieruchomy układ współrzędnych związany z **podstawą** robota

Układ współrzędnych przegubu

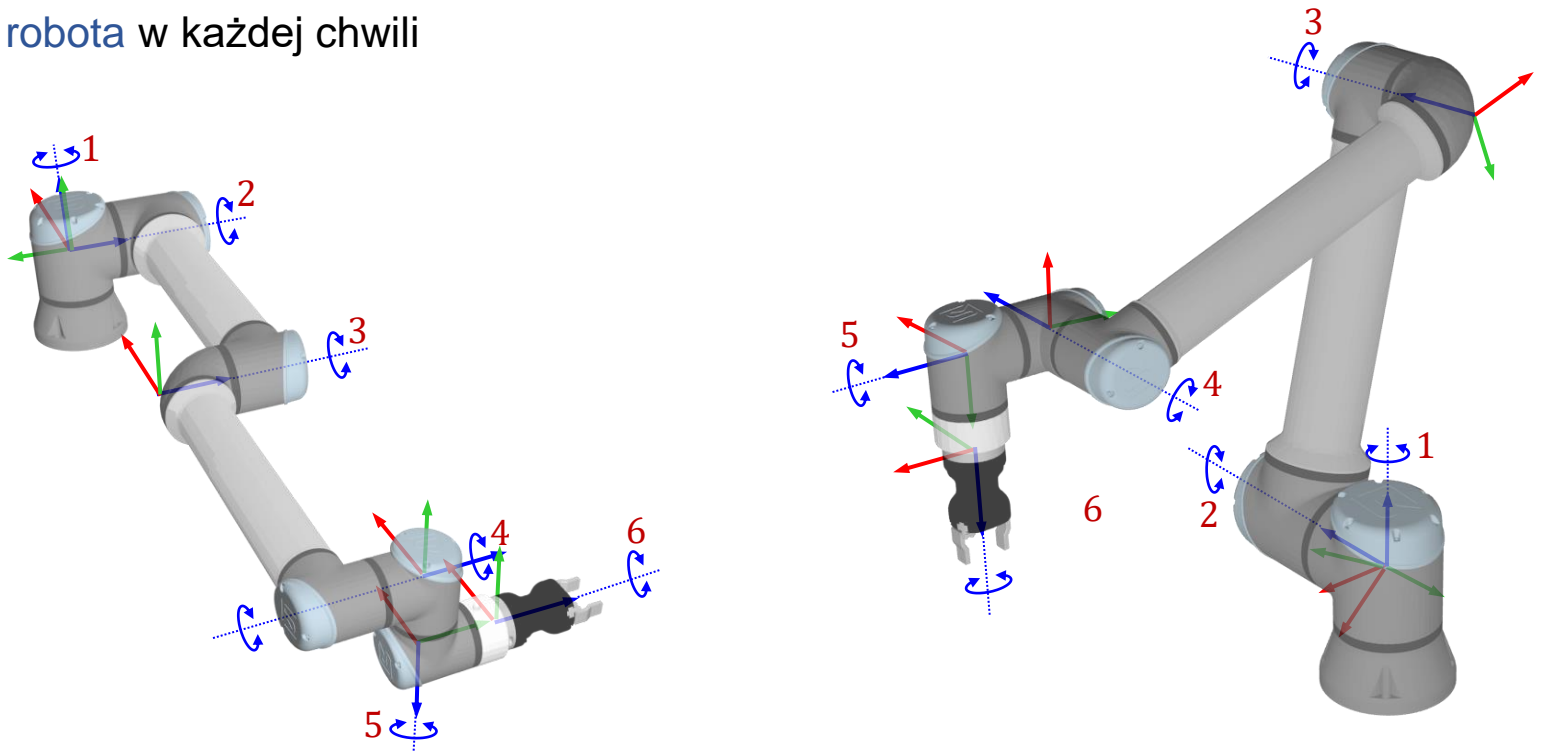
układ współrzędnych związany z **przegubem** robota



EN ISO 8373:2021 – Budowa mechaniczna robota

Konfiguracja

zestaw wartości położeń przegubów, który całkowicie determinuje kształt robota w każdej chwili



$$\begin{aligned}\theta_1 &= 0^\circ & \theta_4 &= 0^\circ \\ \theta_2 &= 0^\circ & \theta_5 &= 0^\circ \\ \theta_3 &= 0^\circ & \theta_6 &= 0^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\theta_1 &= -93^\circ & \theta_4 &= -68^\circ \\ \theta_2 &= -77^\circ & \theta_5 &= 90^\circ \\ \theta_3 &= -125^\circ & \theta_6 &= -93^\circ\end{aligned}$$

EN ISO 8373:2021 – Geometria i kinematyka

Układ współrzędnych interfejsu mechanicznego

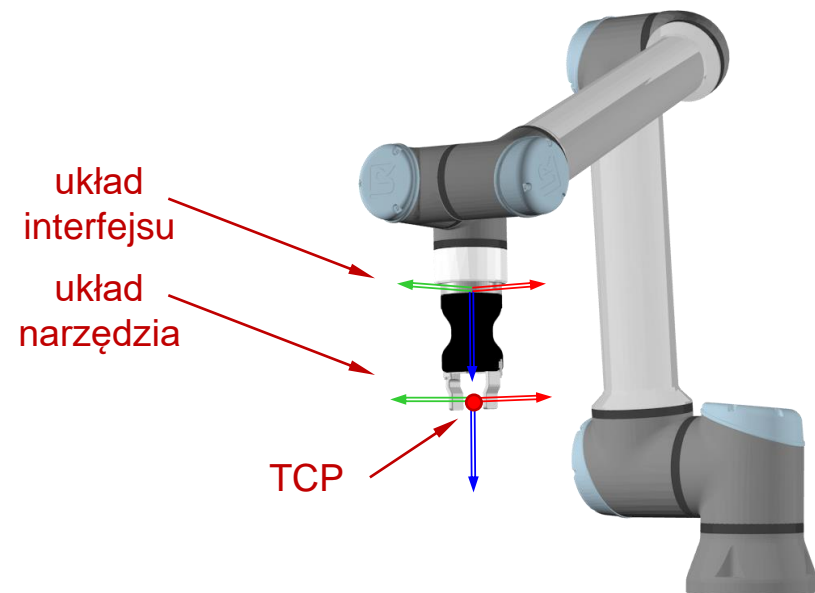
układ współrzędnych związany z interfejsem mechanicznym robota

Układ współrzędnych narzędzia

układ współrzędnych związany z narzędziem lub efektozem robota

Punkt centralny narzędzia, TCP

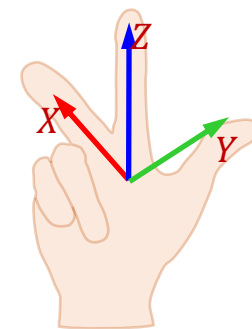
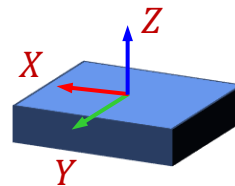
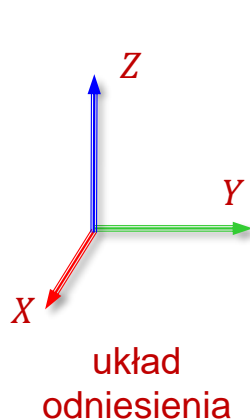
pozycja definiowana w układzie interfejsu dla potrzeb określonego zadania robota



Opis pozycji obiektów w przestrzeni

Poza, *ang. pose* – pozycja i orientacja obiektu

- jest względna – zależy od wyboru układu odniesienia
- może być jednoznacznie opisana (przy założeniu, że obiekt jest bryłą sztywną) po związaniu z obiektem układu współrzędnych i opisaniu jego pozycji i orientacji w układzie odniesienia



ISO 9787 Roboty ... układy współrzędnych
wszystkie układy współrzędnych są
definiowane jako **prawoskrętne**

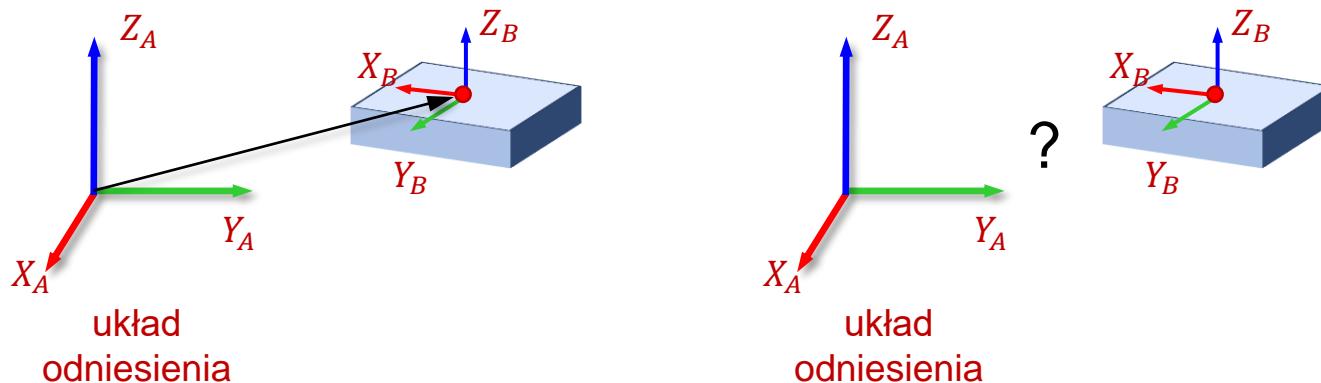
Opis pozycji i orientacji obiektów w przestrzeni

Pozycja obiektu

- jest jednoznacznie określona trzema współrzędnymi opisującymi położenie początku układu związanego z obiektem w układzie odniesienia

Orientacja obiektu

- może być opisywana:
 - 3 parametrami (za pomocą **kątów Eulera** albo **wektora obrotu**) ← reprezentacja minimalna
 - 4 parametrami (za pomocą notacji **kąt-oś** albo **kwaternionów**)
 - 9 parametrami (za pomocą **macierzy obrotu**)



Kąty Eulera

Euler: dowolną orientację można osiągnąć poprzez maksymalnie trzy kolejne obroty

procedura

start: układ B pokrywa się z układem A

1. wykonywany jest obrót wokół jednej z osi układu B o kąt α
2. wykonywany jest obrót wokół jednej z osi układu B o kąt β
3. wykonywany jest obrót wokół jednej z osi układu B o kąt γ

uwagi

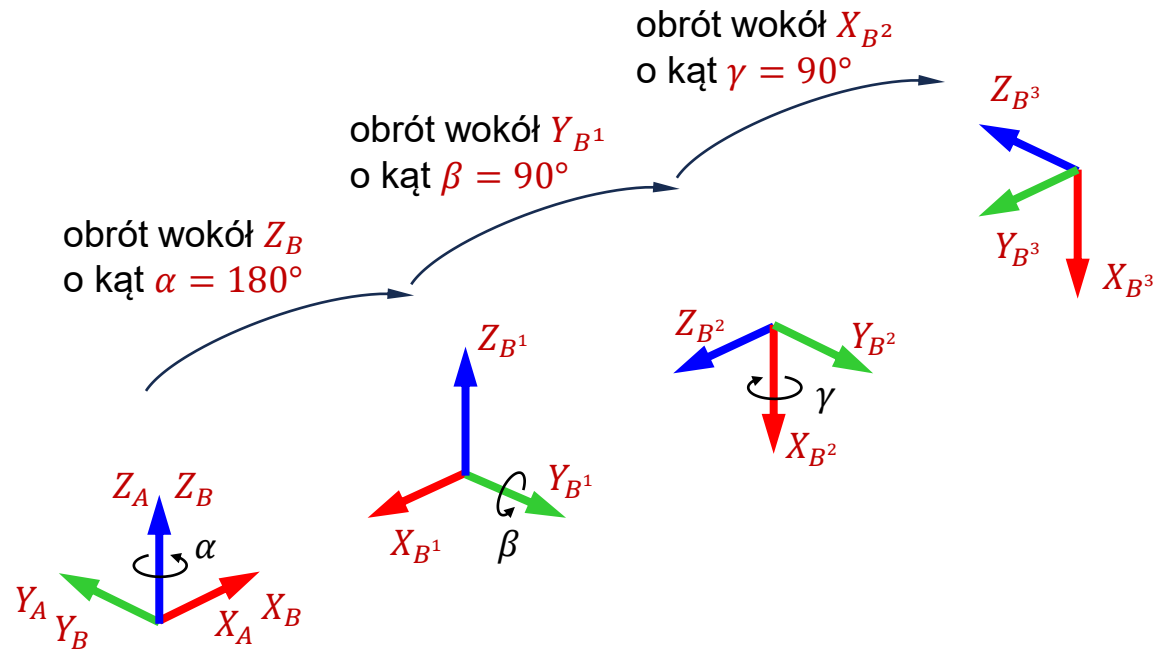
- teoretycznie możliwych jest $3^3 = 27$ kombinacji osi obrotu:

$XYZ, XYX, XZY, XZY, YXZ, YXY, YZX, YZY, ZYX, ZYZ, ZXY, ZXZ$...,

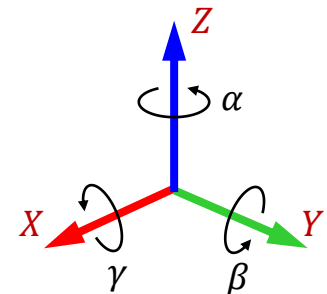
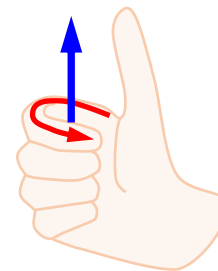
ale w 15 dwa kolejne obroty musiałyby być wykonywane wokół tej samej osi co nie pozwoliłoby na otrzymanie dowolnej orientacji więc w praktyce można wykorzystać tylko 12 sekwencji

- najczęściej wykorzystywane sekwencje: ZYX, ZYZ, XYZ

Kąty Eulera ZYX

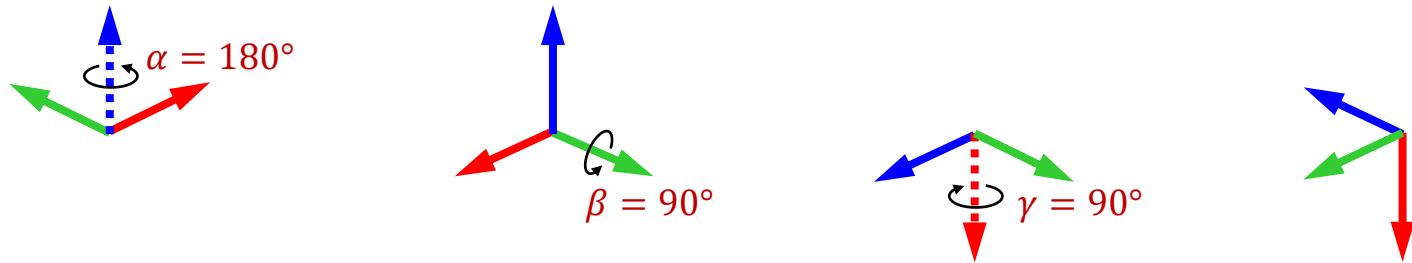


ISO 9787 Roboty ... układy współrzędnych
kąty **dodatnie** określone są zgodnie
z regułą **śruby prawoskrętnej**



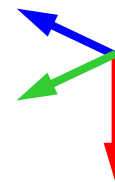
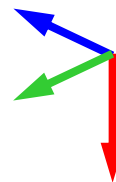
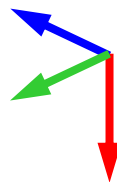
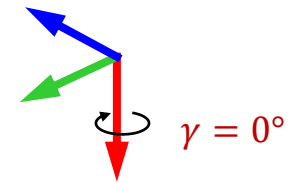
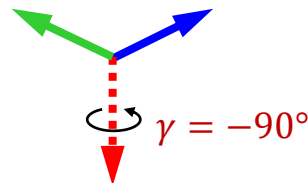
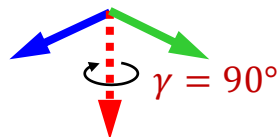
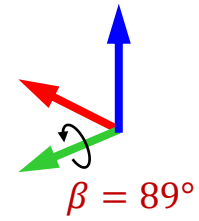
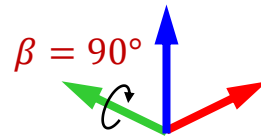
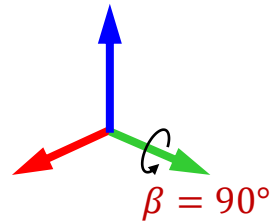
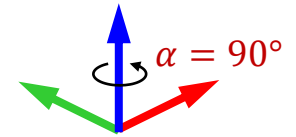
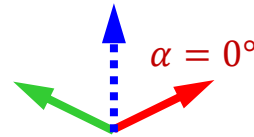
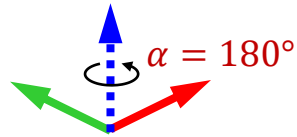
Osobliwość zapisu orientacji

występuje gdy środkowy obrót powoduje, że osie skrajnych obrotów są równoległe



- zjawisko jest niezależne od sekwencji osi (dla *ZYX* występuje jeśli $\beta = 90^\circ$)
- w osobliwości istnieje nieskończenie wiele kątów Eulera reprezentujących tą samą orientację (w zależności od sekwencji: suma lub różnica pierwszego i trzeciego obrotu jest stała, dla *ZYX* stała jest różnica), w konsekwencji mała zmiana orientacji układu może przekładać się na duże zmiany w kątach
- zjawisko jest nazywane blokadą gimbała (gimbal lock)

Kąty Eulera ZYX



wiele kątów reprezentuje tą samą orientację
 $Z(180^\circ)Y(90^\circ)X(90^\circ) = Z(0^\circ)Y(90^\circ)X(-90^\circ)$

niewielka zmiana orientacji – duże różnice w kątach
 $Z(0^\circ)Y(90^\circ)X(-90^\circ) \approx Z(90^\circ)Y(89^\circ)X(0^\circ)$

Opis orientacji obiektów w przestrzeni

Notacja kąt-oś

Euler: każde przemieszczenie ciała sztywnego w którym jeden punkt pozostaje nieruchomy jest równoważne pojedynczemu obrotowi wokół osi przechodzącej przez ten punkt

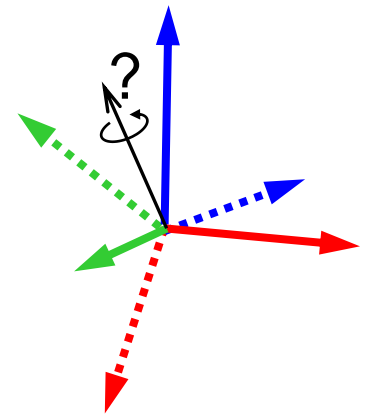
procedura

należy znaleźć **oś obrotu** (3 parametry) oraz **kąt obrotu** (1 parametr)

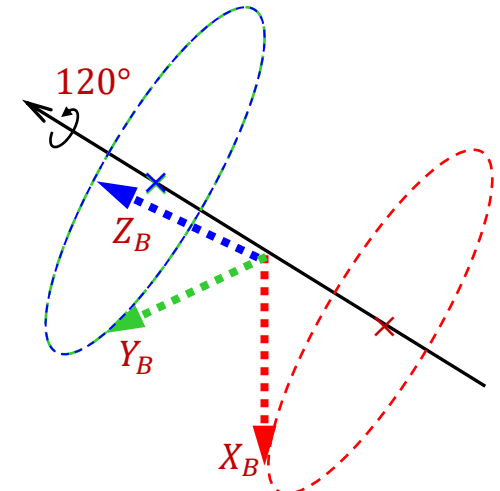
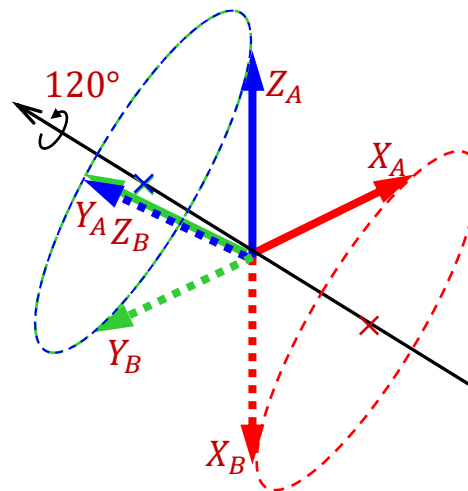
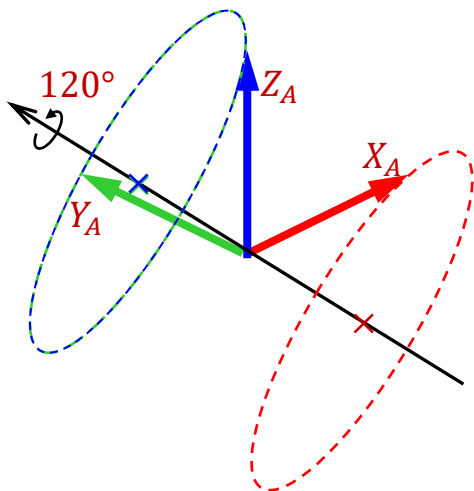
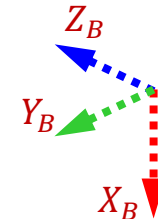
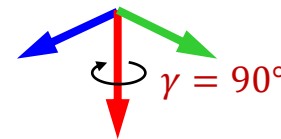
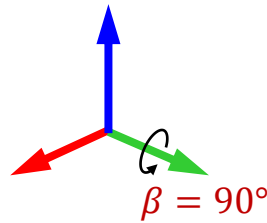
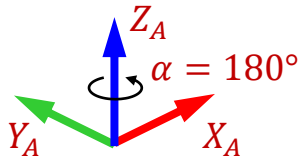
- **oś obrotu** jest opisywana wektorem o jednostkowej długości
- **kąt obrotu** jest określany z regułą **śruby prawoskrętnej**

Wektor obrotu

skrócony opis **kąt-oś**, w którym **oś obrotu** jest opisywana wektorem o długości równej **kątowi obrotu** (3 parametry)



Opis orientacji obiektów w przestrzeni



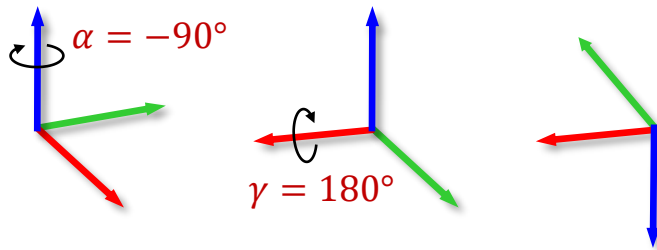
Opis pozycji obiektów w przestrzeni

Pozycja

$(-200, -500, 300)$

Orientacja

kąty Eulera



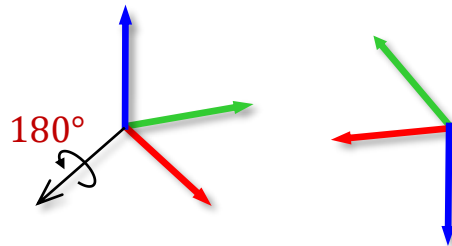
$Z(-90^\circ)Y(0^\circ)X(180^\circ)$

notacja kąt-oś

kąt 180° , oś $(0.7071, -0.7071, 0)$

wektor obrotu

$(127.28^\circ, -127.28^\circ, 0^\circ)$



Gdzie jest narzędzie?

jaka jest pozycja i orientacja **układu narzędzia** w **układzie podstawy**?

