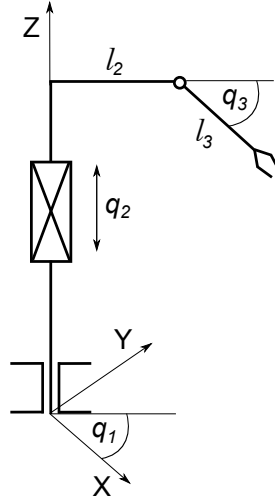


# Manipulator RTR – niepełna znajomość modelu

Robot RTR został przedstawiony na rys. 1.



Rysunek 1: Manipulator RTR

Model dynamiki tego robota ma postać

$$M(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q})\dot{q} + D(q) = u,$$

gdzie poszczególne macierze są równe:

- macierz bezwładności

$$M(q) = \begin{bmatrix} \frac{1}{3}m_2l_2^2 + m_3(l_2^2 + \frac{1}{3}l_3^2c_3^2 + l_2l_3c_3) & 0 & 0 \\ 0 & m_2 + m_3 & \frac{1}{2}m_3l_2l_3c_3 \\ 0 & \frac{1}{2}m_3l_2l_3c_3 & \frac{1}{3}m_3l_3^2 \end{bmatrix}$$

- macierz Coriolisa

$$C(q, \dot{q}) = \begin{bmatrix} \dot{q}_3(-\frac{1}{2}m_3l_2l_3s_3 - \frac{1}{3}m_3l_3^2s_3c_3) & 0 & -\dot{q}_1(\frac{1}{2}m_3l_2l_3s_3 + \frac{1}{3}m_3l_3^2s_3c_3) \\ 0 & 0 & -\dot{q}_3\frac{1}{2}m_3l_2l_3s_3 \\ \dot{q}_1(\frac{1}{2}m_3l_2l_3s_3 + \frac{1}{3}m_3l_3^2s_3c_3) & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

- wektor grawitacji

$$D(q) = \begin{pmatrix} 0 \\ (m_2 + m_3)g \\ \frac{1}{2}gm_3l_3c_3 \end{pmatrix}.$$

Aby przeprowadzić badania symulacyjne, należy przyjąć następujące wartości dla parametrów modelu:

- $l_2 = 0.3 [m]$ ,
- $l_3 = 0.2 [m]$ ,
- $m_2 = 20 [kg]$ ,
- $m_3 = 20 [kg]$ ,
- $g = 9.81 [\frac{m}{s^2}]$ .

### Zadania do wykonania

1. Zamodelować powyższy manipulator w wybranym środowisku.
2. Sprawdzić najważniejsze własności modelu (dodatnią określoność macierzy bezwładności oraz skośną symetrię).
3. Zaprojektować generator trajektorii zadanej w przestrzeni przegubowej. Do tego celu należy użyć funkcji trygonometrycznych zależnych od czasu (np.  $q_d(t) = 2 \sin(t)$ ). Funkcje te powinny mieć różne postaci dla każdego z przegubów.
4. Sprawdzić poprawność wprowadzonego modelu poprzez podłączenie regulatora PD,  $u = -K_p e - K_d \dot{e}$ , gdzie  $e = q - q_d$ . Jeżeli błąd śledzenia będzie zmniejszał się wraz ze wzrostem współczynników  $K_p$  i  $K_d$ , oznacza to, że model jest poprawny.
5. Założyć, że wartością parametryzowaną jest  $a = \frac{1}{3}m_3l_3^2$ . Zastosować sterownik w postaci adaptacyjnego algorytmu Sadegha i Horowitza wraz z algorytmem estymującym nieznany parametr.
6. Przeprowadzić badania symulacyjne wpływu doboru nastaw sterownika oraz estymatora na jakość sterowania. Jako kryterium jakości przyjąć średni błąd kwadratowy w postaci  $J = \frac{J_1 + J_2 + J_3}{3}$ , gdzie  $J_1 = \int_0^T e_1^2(t)dt$ ,  $J_2 = \int_0^T e_2^2(t)dt$  i  $J_3 = \int_0^T e_3^2(t)dt$ ,  $T$  – czas trwania symulacji. Sprawdzić, czy wartość estymowana parametru zbiega się do wartości rzeczywistej parametru.

7. Sporządzić sprawozdanie podsumowujące projekt, zawierające odpowiednie wykresy i wyniki symulacji.