

```

clc; clear; close all;
syms q1 q2 q3 q4 q5 q6 l0 l1 l2 l3 real

% Rotación alrededor de Z (Articulación 1)
R1 = [cos(q1), -sin(q1), 0;
      sin(q1), cos(q1), 0;
      0, 0, 1];

P1 = [0; 0; l0];

T1 = [R1, P1; 0 0 0 1];

% Rotación alrededor de Y (Articulación 2)
R2 = [cos(q2), 0, sin(q2);
      0, 1, 0;
      -sin(q2), 0, cos(q2)];

P2 = [0; 0; l1];

T2 = [R2, P2; 0 0 0 1];

% Rotación alrededor de Y (Articulación 3)
R3 = [cos(q3), 0, sin(q3);
      0, 1, 0;
      -sin(q3), 0, cos(q3)];

P3 = [l2*cos(q3); 0; l2*sin(q3)];

T3 = [R3, P3; 0 0 0 1];

% Rotación alrededor de X (Articulación 4)
R4 = [1, 0, 0;
      0, cos(q4), -sin(q4);
      0, sin(q4), cos(q4)];

P4 = [0; 0; 0];

T4 = [R4, P4; 0 0 0 1];

% Rotación alrededor de Y (Articulación 5)
R5 = [cos(q5), 0, sin(q5);
      0, 1, 0;
      -sin(q5), 0, cos(q5)];

P5 = [0; 0; l3];

T5 = [R5, P5; 0 0 0 1];

% Rotación alrededor de X (Articulación 6)
R6 = [1, 0, 0;

```

```

    0, cos(q6), -sin(q6);
    0, sin(q6), cos(q6)];

P6 = [0; 0; 0];

T6 = [R6, P6; 0 0 0 1];

T = eye(4);
T_matrices = {T1, T2, T3, T4, T5, T6};

Z = sym(zeros(3,6));
P = sym(zeros(3,6));

for i = 1:6
    T = T * T_matrices{i}; % Acumulamos transformaciones
    P(:,i) = T(1:3,4); % Extraemos posiciones
    Z(:,i) = T(1:3,3); % Extraemos ejes Z (rotacionales)
end

%Cálculo del Jacobiano
Jv = sym(zeros(3,6));
Jw = sym(zeros(3,6));

for i = 1:6
    Jv(:,i) = cross(Z(:,i), (P(:,6) - P(:,i))); % Velocidad lineal
    Jw(:,i) = Z(:,i); % Velocidad angular
end

% Mostramos resultados
disp('Jacobiano de velocidades lineales:');

```

Jacobiano de velocidades lineales:

```
disp(simplify(Jv));
```

$$\begin{pmatrix} l_3 (\cos(q_1) \sin(q_4) - \cos(q_4) (\cos(q_2) \sin(q_1) \sin(q_3) + \cos(q_3) \sin(q_1) \sin(q_2))) - l_2 \cos(q_2) \cos(q_3) \sin(q_1) \cdot \\ l_3 (\sin(q_1) \sin(q_4) + \cos(q_4) (\cos(q_1) \cos(q_2) \sin(q_3) + \cos(q_1) \cos(q_3) \sin(q_2))) + l_2 \cos(q_1) \cos(q_2) \cos(q_3) \\ 0 \end{pmatrix}$$

```
disp('Jacobiano de velocidades angulares:');
```

Jacobiano de velocidades angulares:

```
disp(simplify(Jw));
```

$$\begin{pmatrix} 0 & \cos(q_1) \sin(q_2) & \sin(q_2 + q_3) \cos(q_1) & \sigma_6 & \sigma_4 & \sin(q_6) (\cos(q_4) \sin(q_1) - \sin(q_4) \cos(q_1)) \\ 0 & \sin(q_1) \sin(q_2) & \sin(q_2 + q_3) \sin(q_1) & \cos(q_4) \sigma_7 - \sigma_8 & -\sigma_5 - \sigma_1 & -\sin(q_6) (\cos(q_1) \cos(q_4) + \sin(q_1) \sin(q_4)) \\ 1 & \cos(q_2) & \cos(q_2 + q_3) & \cos(q_2 + q_3) \cos(q_4) & \sigma_2 - \sigma_3 & -\cos(q_6) (\sigma_3 - \sigma_2) - \cos(q_4) \sigma_2 \end{pmatrix}$$

where

$$\sigma_1 = \sin(q_5) (\sin(q_1) \sin(q_2) \sin(q_3) - \cos(q_2) \cos(q_3) \sin(q_1))$$

$$\sigma_2 = \cos(q_2 + q_3) \cos(q_4) \cos(q_5)$$

$$\sigma_3 = \sin(q_2 + q_3) \sin(q_5)$$

$$\sigma_4 = \cos(q_5) \sigma_6 + \sin(q_5) (\cos(q_1) \cos(q_2) \cos(q_3) - \cos(q_1) \sin(q_2) \sin(q_3))$$

$$\sigma_5 = \cos(q_5) (\sigma_8 - \cos(q_4) \sigma_7)$$

$$\sigma_6 = \sin(q_1) \sin(q_4) + \cos(q_4) \sigma_9$$

$$\sigma_7 = \cos(q_2) \sin(q_1) \sin(q_3) + \cos(q_3) \sin(q_1) \sin(q_2)$$

$$\sigma_8 = \cos(q_1) \sin(q_4)$$

$$\sigma_9 = \cos(q_1) \cos(q_2) \sin(q_3) + \cos(q_1) \cos(q_3) \sin(q_2)$$

