```
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; 10];
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 = [12*cos(q3); 0; 12*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; 13];
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));
 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)
 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)
disp('Jacobiano de velocidades angulares:');
Jacobiano de velocidades angulares:
```

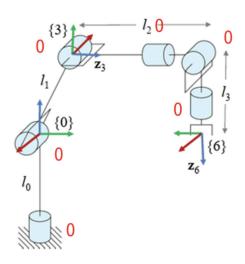
```
2
```

disp(simplify(Jw));

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

where

$$\sigma_{1} = \sin(q_{5}) \left( \sin(q_{1}) \sin(q_{2}) \sin(q_{3}) - \cos(q_{2}) \cos(q_{3}) \sin(q_{1}) \right) 
\sigma_{2} = \cos(q_{2} + q_{3}) \cos(q_{4}) \cos(q_{5}) 
\sigma_{3} = \sin(q_{2} + q_{3}) \sin(q_{5}) 
\sigma_{4} = \cos(q_{5}) \sigma_{6} + \sin(q_{5}) \left( \cos(q_{1}) \cos(q_{2}) \cos(q_{3}) - \cos(q_{1}) \sin(q_{2}) \sin(q_{3}) \right) 
\sigma_{5} = \cos(q_{5}) \left( \sigma_{8} - \cos(q_{4}) \sigma_{7} \right) 
\sigma_{6} = \sin(q_{1}) \sin(q_{4}) + \cos(q_{4}) \sigma_{9} 
\sigma_{7} = \cos(q_{2}) \sin(q_{1}) \sin(q_{3}) + \cos(q_{3}) \sin(q_{1}) \sin(q_{2}) 
\sigma_{8} = \cos(q_{1}) \sin(q_{4})$$



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