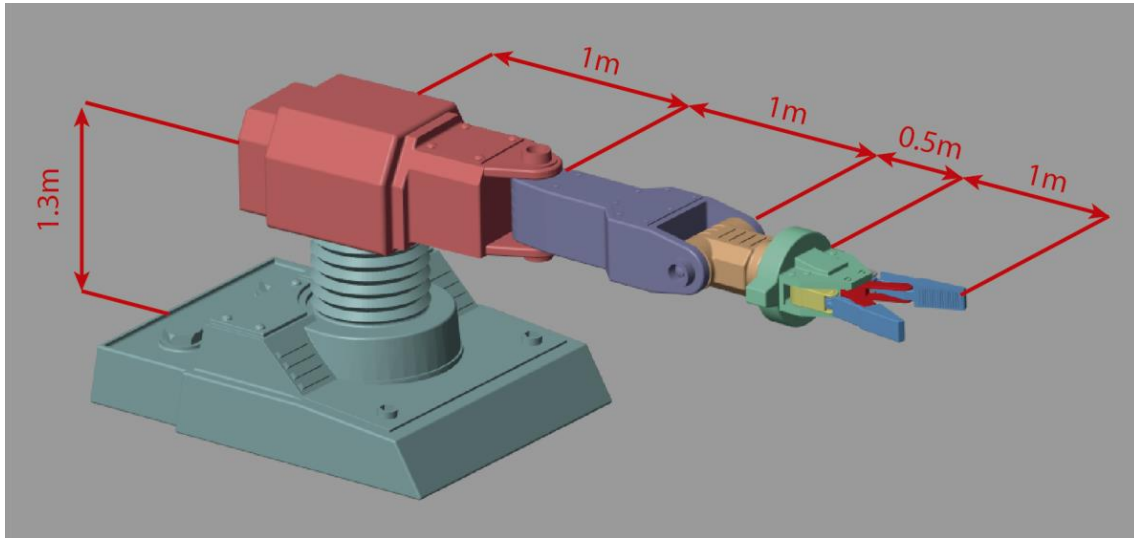


Modelo cinemático del manipulador industrial



Cinemática Directa:

- $$P_x = l_2 \cos(q_1) \cos(q_2) - (l_4 + l_5) (\cos(q_4) (\sin(q_1) \sin(q_3) - \cos(q_1) \cos(q_2) \cos(q_3)) + \cos(q_1) \sin(q_2) \sin(q_4)) - l_3 \sin(q_1) \sin(q_3) + l_3 \cos(q_1) \cos(q_2) \cos(q_3))$$
- $$P_y = (\cos(q_4) (\cos(q_1) \sin(q_3) + \cos(q_2) \cos(q_3) \sin(q_1)) - \sin(q_1) \sin(q_2) \sin(q_4)) (l_4 + l_5) + l_2 \cos(q_2) \sin(q_1) + l_3 \cos(q_1) \sin(q_3) + l_3 \cos(q_2) \cos(q_3) \sin(q_1))$$
- $$P_z = l_1 + l_2 \sin(q_2) + (l_4 + l_5) (\cos(q_2) \sin(q_4) + \cos(q_3) \cos(q_4) \sin(q_2)) + l_3 \cos(q_3) \sin(q_2)$$

Cinemática Inversa

Suponiendo $q_2=0$ y $q_4=0$

- $q_4 = \text{asin}((P_z - l_1) / (l_4 + l_5))$ %Dos soluciones
- $q_3 = [\text{acos}((P_x^2 + P_y^2 - l_2^2 - K^2) / (2 * l_2 * K)), -\text{acos}((P_x^2 + P_y^2 - l_2^2 - K^2) / (2 * l_2 * K))]$
 - $K = l_3 + (l_4 + l_5) \cos(q_4);$
- $q_1 = \text{atan2}(B, A) + \text{atan2}(\sqrt{A.^2 + B.^2 - C.^2}, C)$
 - $A = P_y;$
 - $B = -P_x;$
 - $C = K \sin(q_3);$