In breve

Coordinate dell'end-effector P_E:

$$\begin{cases} P_{E_x} = l_1 c_1 + l_2 c_{12} \\ P_{E_y} = l_1 s_1 + l_2 s_{12} \end{cases}$$

Il sistema è planare, ergo ci interessano solo le velocità traslazionali in x e y; ne segue che lo Jacobiano può calcolarsi indifferentemente come geometrico o analitico.

Jacobiano dell'end-effector J_E:

$$J_E = \begin{bmatrix} \dfrac{\partial P_{Ex}}{\partial q_1} & \dfrac{\partial P_{Ex}}{\partial q_2} \\ \dfrac{\partial P_{Ey}}{\partial q_1} & \dfrac{\partial P_{Ey}}{\partial q_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -l_1 s_1 - l_2 s_{12} & -l_2 s_{12} \\ l_1 c_1 + l_2 c_{12} & l_2 c_{12} \end{bmatrix}$$

Coordinate di P_B-P_D:

$$\begin{cases} P_{B_x} - P_{D_x} = l_1 c_1 + b c_{12} + d \\ P_{B_y} - P_{D_y} = l_1 s_1 + b s_{12} \end{cases}$$

Calcolo di λ:

$$\lambda = \left\| \vec{P}_B - \vec{P}_D \right\| = \|v\| = \sqrt{v \cdot v}$$

Calcolo di J_λ:

$$J_\lambda = \begin{bmatrix} \dfrac{\partial \lambda}{\partial q_1} & \dfrac{\partial \lambda}{\partial q_2} \end{bmatrix}, \text{ con } \frac{\partial \lambda}{\partial q_i} = \frac{1}{\lambda} v \cdot \frac{\partial v}{\partial q_i}$$

Lavoro compiuto dalle coppie ai giunti $dW_\tau = \tau \cdot dq = \tau^t dq$

Lavoro compiuto dal muscolo $dW_f = f \cdot d\lambda = f^t d\lambda = f d\lambda$ poiché *f* e *dλ* sono scalari.

Per il principio dei lavori virtuali e ricordando che $\tau = J_E^t F$ segue:

$$dW_\tau = dW_f \;\Rightarrow\; F^t J_E dq = f d\lambda = f J_\lambda dq \;\Rightarrow\; F = J_E^{-t} J_\lambda^t f$$

La funzione *h* cercata risulta dunque pari a $h(q) = J_E^{-t} J_\lambda^t$