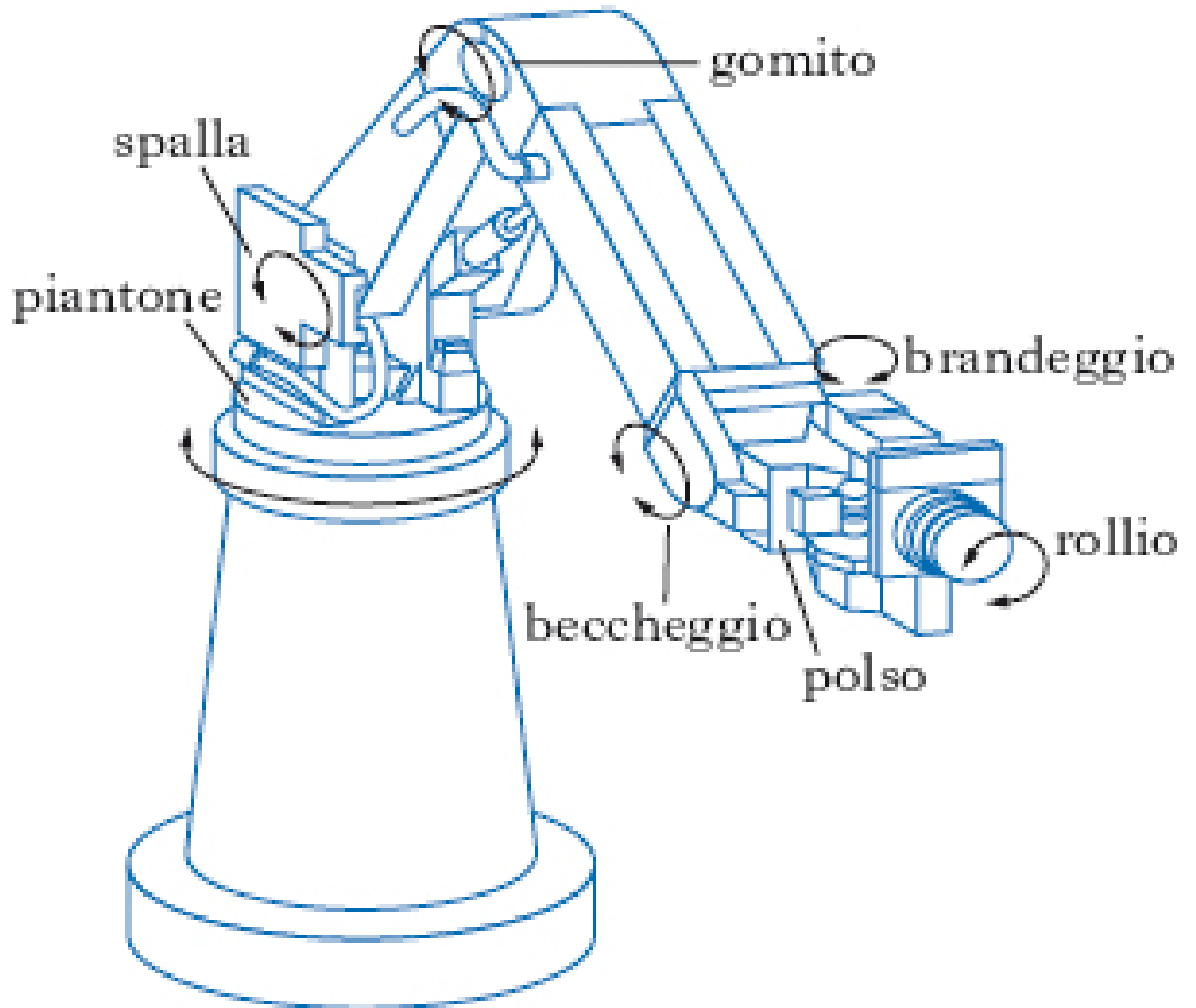


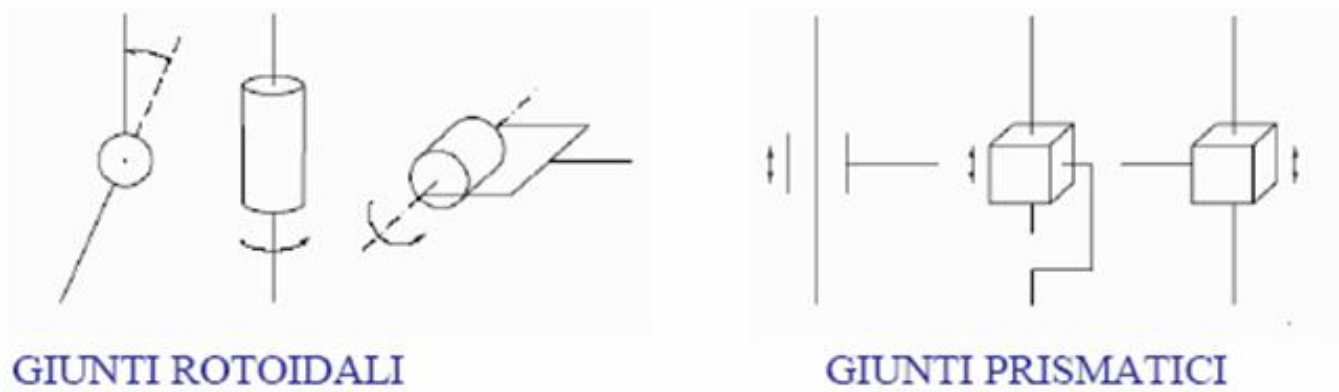
Cinematiche Dirette Robot

Alfano Emanuele
Badalamenti Filippo
Vitti Gabriele

11 novembre 2019



Metodo di Denavit Hartenberg

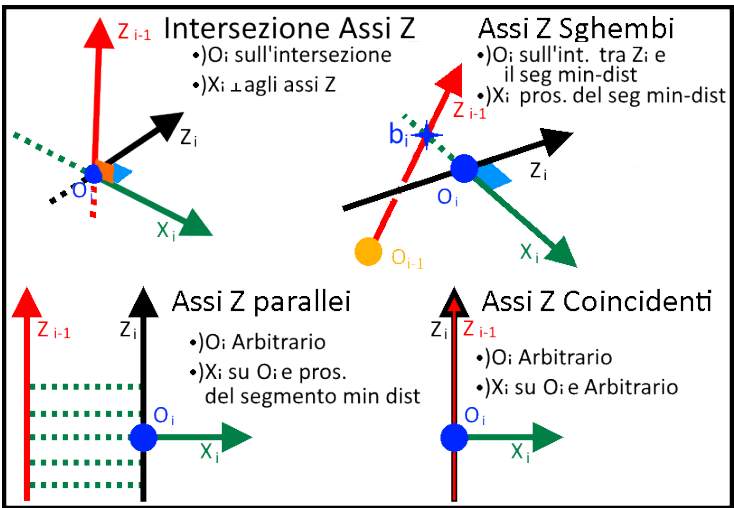


Il metodo di D-H standardizza un metodo per ottenere la cinematica diretta di un qualunque robot 3D.

Conoscendo uno schema dei giunti di un robot, tutti presi a 1 DOF (Degree of Freedom) è possibile ricostruire qualsiasi struttura.

Posizionando i vari sistemi di riferimento con la procedura di D-H è possibile automatizzare il processo di ottenimento della cinematica diretta. Considerando due [[giunto (meccanica)|giunti]] consecutivi:

- L'asse Z_{i-1} si sceglie coincidente con l'asse del giunto i , l'asse Z_i coincidente con l'asse del giunto $i + 1$;
- L'asse X_i deve essere scelto in base a come si posizionano tra di loro gli assi i e $i - 1$:
 - Se $Z_i \cong Z_{i-1}$ allora $\rightarrow X_i = Z_{i-1} \perp Z_i$ e orientamento a piacere.
 - Se $Z_i \parallel Z_{i-1}$ ma non sovrapposto $\rightarrow X_i = Z_{i-1} \perp Z_i$ dove in questo caso è la prosecuzione di uno dei segmenti di minima distanza.
 - Se Z_i coincide in un punto soltanto con Z_{i-1} , quello sarà $O_i \rightarrow X_i = Z_{i-1} \perp Z_i$
 - Se Z_i è sghemba con Z_{i-1} , O_i è preso lungo il segmento di minima distanza che li unisce e X_i si trova lungo questo asse



- I restanti assi Y_{n-1} e Y_n sono scelti in modo da completare le rispettive terne affinché diventino destre.

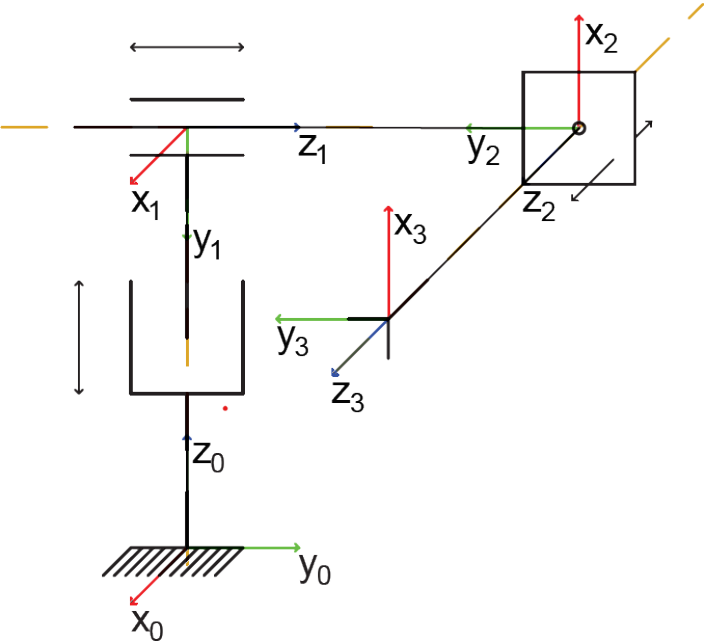
Una volta fatto ciò bisogna risalire i sistemi di riferimento portando a far coincidere il sistema R_{i-1} con il sistema R_i muovendo nell'ordine le variabili: θ, d, α, a e salvando nella tabella i valori:

A questo punto basterà montare tra di loro le varie matrici di avvitamento ottenendo la matrice della cinematica diretta:

$$Q_{0,n} = A_z(\theta, d)_{R_1} \cdot A_x(\alpha, a)_{R_1} \cdot A_z(\theta, d)_{R_2} \cdot A_x(\alpha, a)_{R_2} \cdot \dots \cdot A_z(\theta, d)_{R_n} \cdot A_x(\alpha, a)_{R_n}$$

	$A_z(\theta, d)$	$A_x(\alpha, a)$
R_1		
$R_{...}$		
R_n		

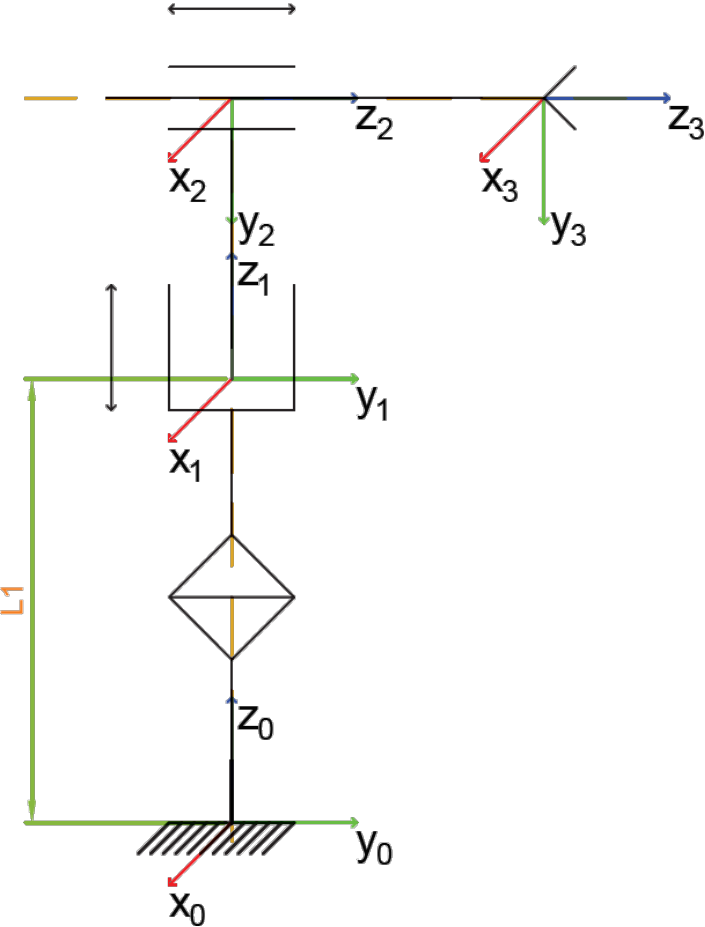
Cartesiano



	$A_z(\theta, d)$		$A_x(\alpha, a)$	
R_1	0	q_1	$-\frac{\pi}{2}$	0
R_2	$-\frac{\pi}{2}$	q_2	$-\frac{\pi}{2}$	0
R_3	0	q_3	0	0

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & q_3 \\ 0 & -1 & 0 & q_2 \\ 1 & 0 & 0 & q_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

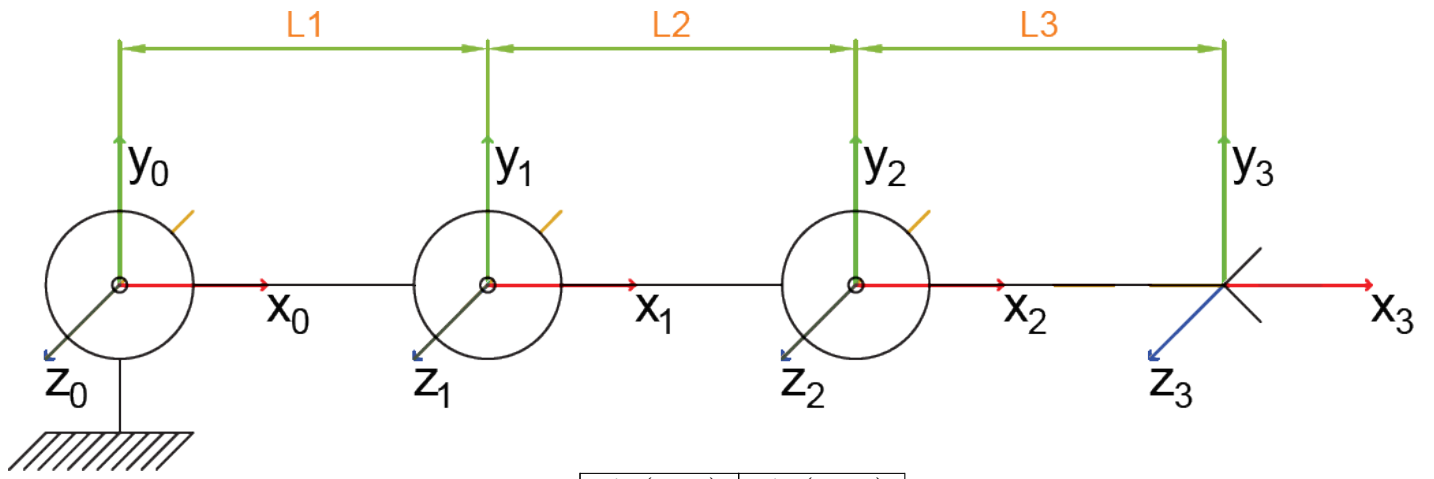
Cilindrico



	$A_z(\theta, d)$		$A_x(\alpha, a)$	
R_1	q_1	0	0	D_1
R_2	q_2	0	0	D_2
R_3	q_3	0	0	D_3

$$\begin{pmatrix} \cos q_1 & 0 & -\sin q_1 & -\sin q_1 q_3 \\ \sin q_1 & 0 & \cos q_1 & \cos q_1 q_3 \\ 0 & -1 & 0 & q_2 + L_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

RRR Planare



	$A_z(\theta, d)$		$A_x(\alpha, a)$	
R_1	q_1	0	0	D_1
R_2	q_2	0	0	D_2
R_3	q_3	0	0	D_3

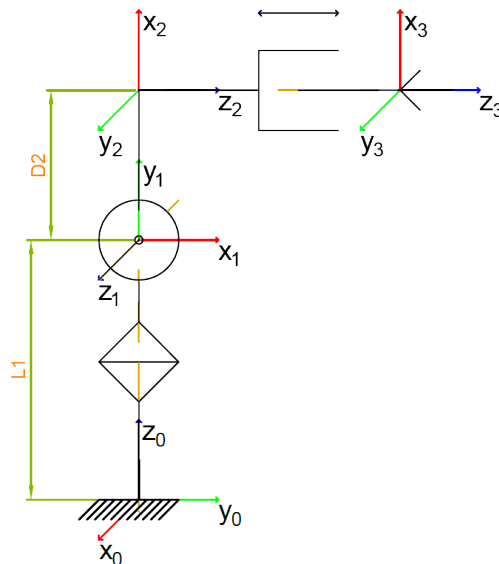
$$\begin{pmatrix} -(\cos q_1 \sin q_2 \sin q_3 + \sin q_1 \cos q_2 \sin q_3 + \sin q_1 \sin q_2 \cos q_3 - \cos q_1 \cos q_2 \cos q_3) & \sin q_1 \sin q_2 \sin q_3 - \cos q_1 \cos q_2 \sin q_3 - \cos q_1 \sin q_2 \cos q_3 - \sin q_1 \cos q_2 \cos q_3 \\ -(\sin q_1 \sin q_2 \sin q_3 - \cos q_1 \cos q_2 \sin q_3 - \cos q_1 \sin q_2 \cos q_3 - \sin q_1 \cos q_2 \cos q_3) & -(\cos q_1 \sin q_2 \sin q_3 + \sin q_1 \cos q_2 \sin q_3 + \sin q_1 \sin q_2 \cos q_3 - \cos q_1 \cos q_2 \cos q_3) \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0 & -(D_3 \cos q_1 \sin q_2 \sin q_3 + D_3 \sin q_1 \cos q_2 \sin q_3 + D_3 \sin q_1 \sin q_2 \cos q_3 - D_3 \cos q_1 \cos q_2 \cos q_3 + D_2 \sin q_1 \sin q_2 - D_2 \cos q_1 \cos q_2 - D_1 \cos q_1) \\ 0 & -(D_3 \sin q_1 \sin q_2 \sin q_3 - D_3 \cos q_1 \cos q_2 \sin q_3 - D_3 \cos q_1 \sin q_2 \cos q_3 - D_3 \sin q_1 \cos q_2 \cos q_3 - D_2 \cos q_1 \sin q_2 - D_2 \sin q_1 \cos q_2 - D_1 \sin q_1) \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -(\cos q_1 \sin q_2 \sin q_3 + \sin q_1 \cos q_2 \sin q_3 + \sin q_1 \sin q_2 \cos q_3 - \cos q_1 \cos q_2 \cos q_3) & \sin q_1 \sin q_2 \sin q_3 - \cos q_1 \cos q_2 \sin q_3 - \cos q_1 \sin q_2 \cos q_3 - \sin q_1 \cos q_2 \cos q_3 \\ -(\sin q_1 \sin q_2 \sin q_3 - \cos q_1 \cos q_2 \sin q_3 - \cos q_1 \sin q_2 \cos q_3 - \sin q_1 \cos q_2 \cos q_3) & -(\cos q_1 \sin q_2 \sin q_3 + \sin q_1 \cos q_2 \sin q_3 + \sin q_1 \sin q_2 \cos q_3 - \cos q_1 \cos q_2 \cos q_3) \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$$

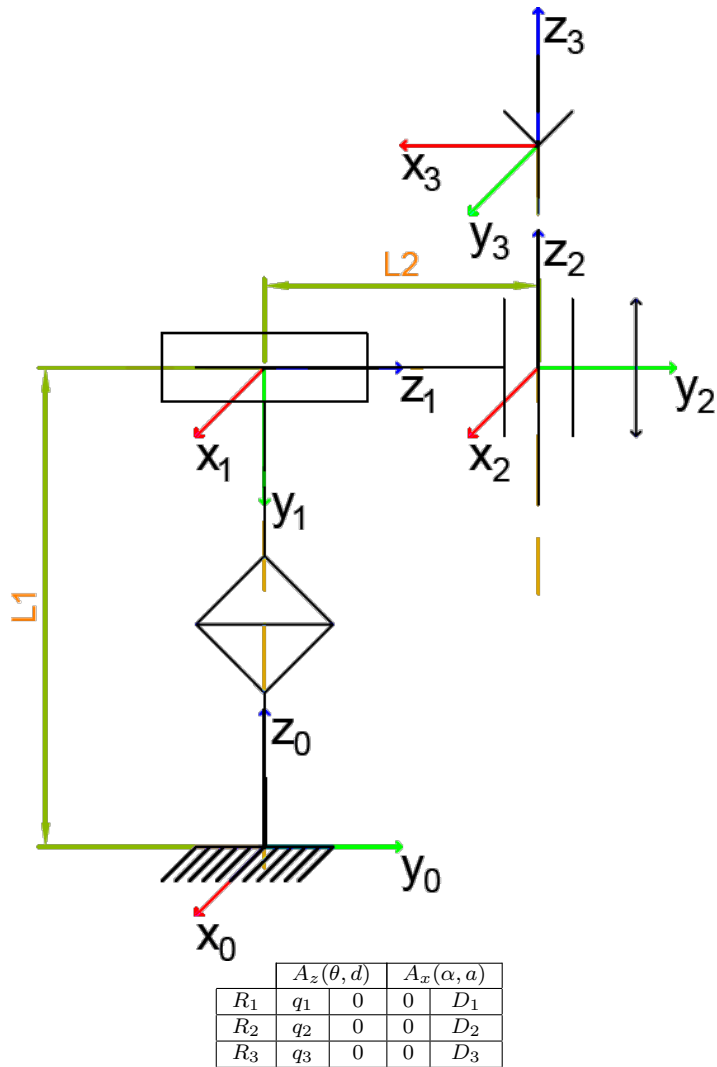
$$\begin{pmatrix} 0 & -(D_3 \cos q_1 \sin q_2 \sin q_3 + D_3 \sin q_1 \cos q_2 \sin q_3 + D_3 \sin q_1 \sin q_2 \cos q_3 - D_3 \cos q_1 \cos q_2 \cos q_3 + D_2 \sin q_1 \sin q_2 - D_2 \cos q_1 \cos q_2 - D_1 \cos q_1) \\ 0 & -(D_3 \sin q_1 \sin q_2 \sin q_3 - D_3 \cos q_1 \cos q_2 \sin q_3 - D_3 \cos q_1 \sin q_2 \cos q_3 - D_3 \sin q_1 \cos q_2 \cos q_3 - D_2 \cos q_1 \sin q_2 - D_2 \sin q_1 \cos q_2 - D_1 \sin q_1) \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Sferico 1

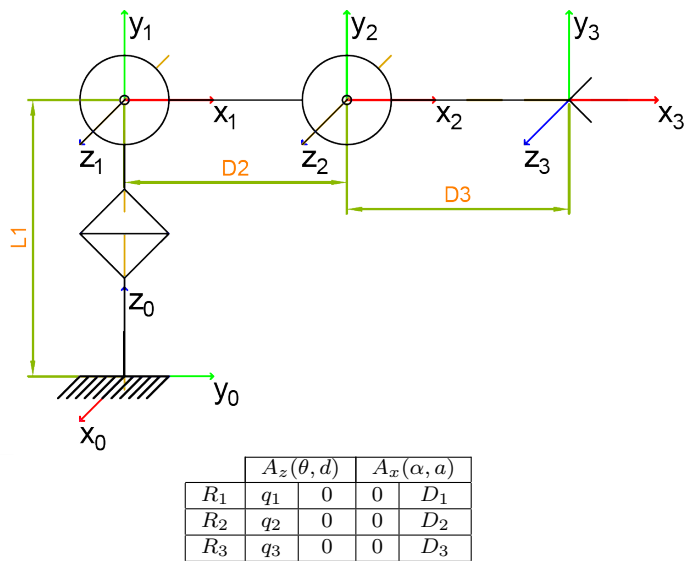


	$A_z(\theta, d)$		$A_x(\alpha, a)$	
R_1	q_1	0	0	D_1
R_2	q_2	0	0	D_2
R_3	q_3	0	0	D_3

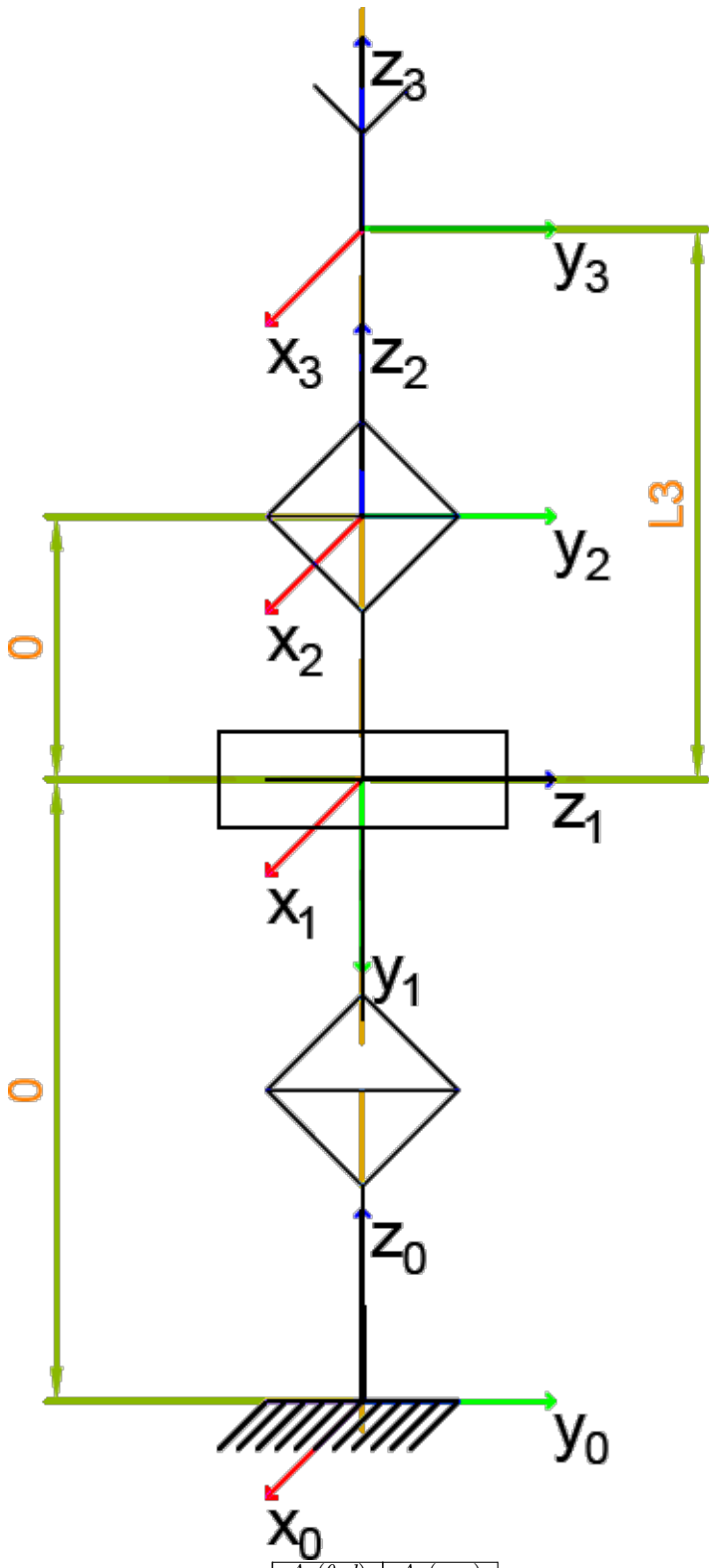
Sferico di Stanford



Antropomorfo

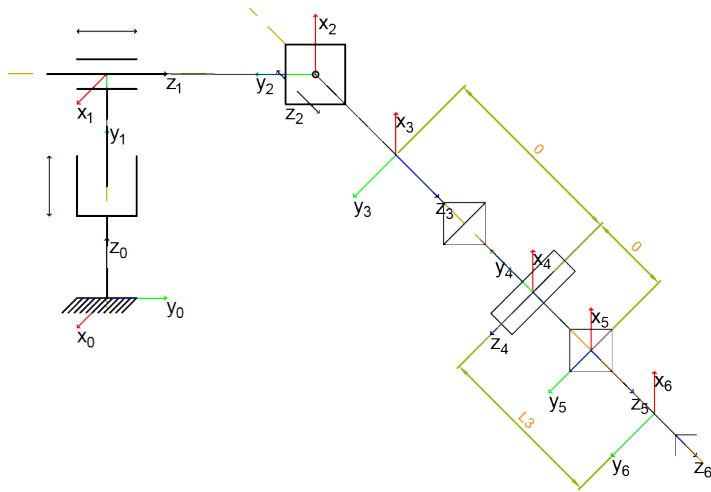


Polso Sferico



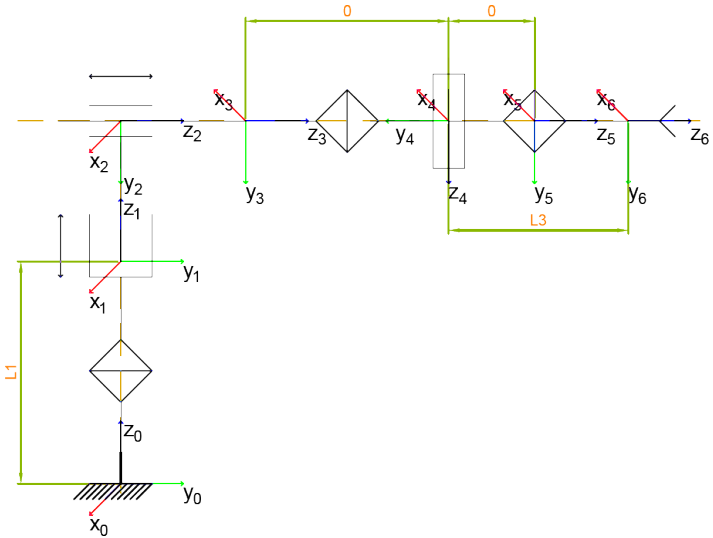
		$A_z(\theta, d)$		$A_x(\alpha, a)$	
R_1	q_1	0	0	D_1	
R_2	q_2	0	0	D_2	
R_3	q_3	0	0	D_3	

Cartesiano con Polso



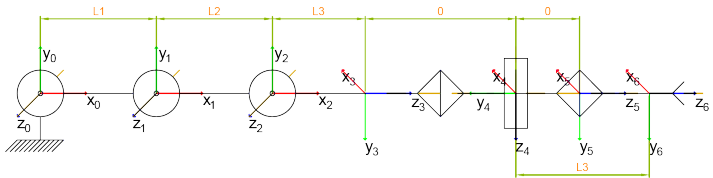
		$A_z(\theta, d)$		$A_x(\alpha, a)$	
R_1	q_1	0	0	D_1	
R_2	q_2	0	0	D_2	
R_3	q_3	0	0	D_3	

Cilindrico con Polso



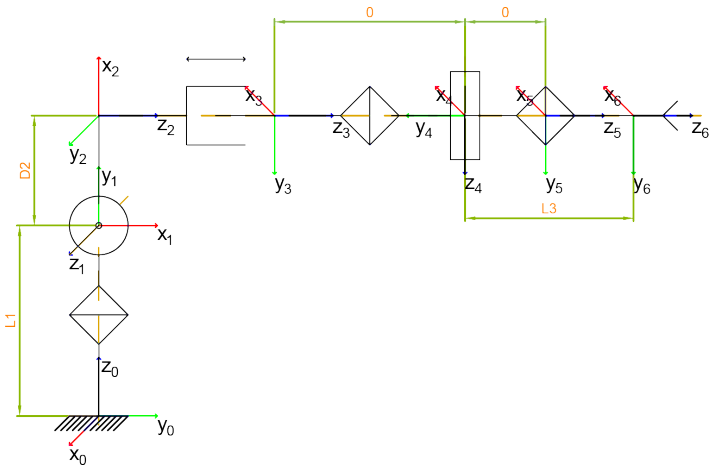
		$A_z(\theta, d)$		$A_x(\alpha, a)$	
R_1	q_1	0	0	D_1	
R_2	q_2	0	0	D_2	
R_3	q_3	0	0	D_3	

RRR Planare con Polso



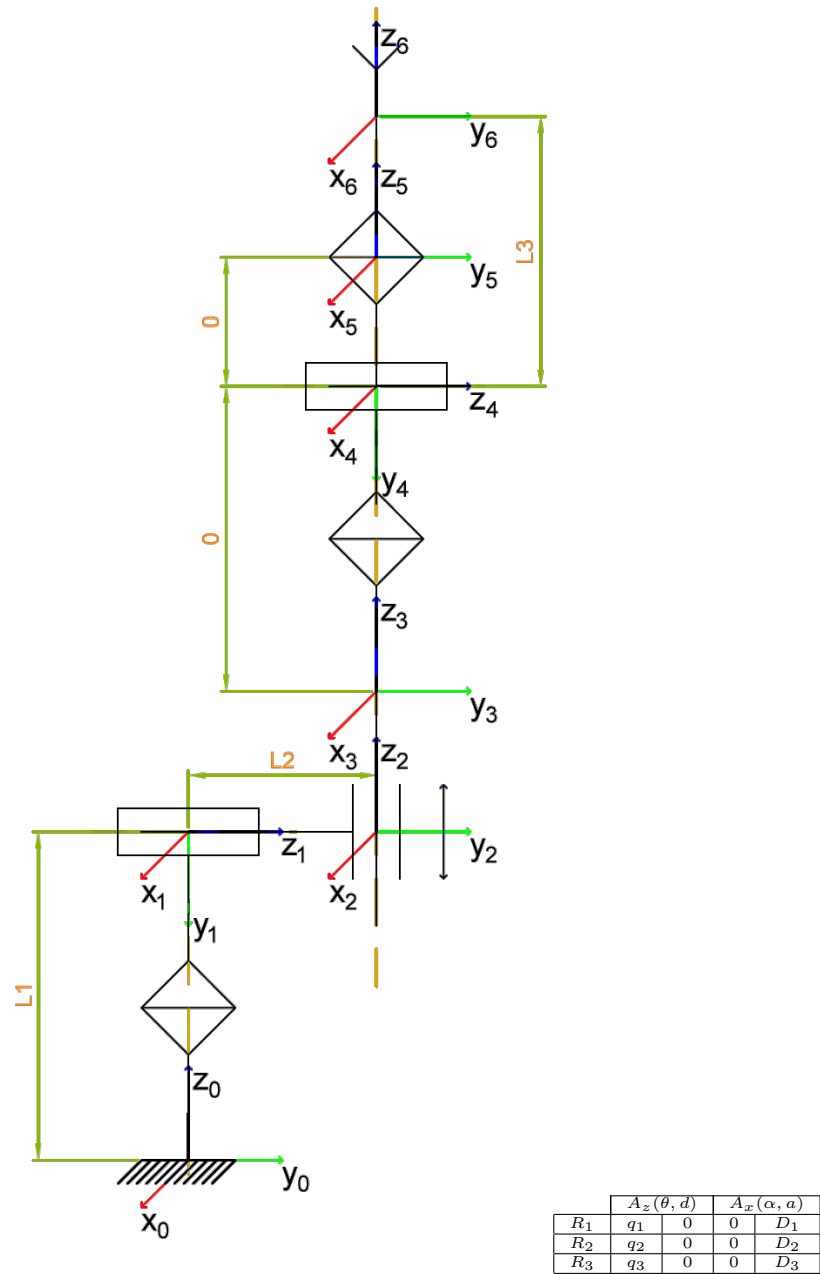
		$A_z(\theta, d)$		$A_x(\alpha, a)$	
R_1	q_1	0	0	D_1	
R_2	q_2	0	0	D_2	
R_3	q_3	0	0	D_3	

Sferico 1 con Polso



		$A_z(\theta, d)$		$A_x(\alpha, a)$	
R_1	q_1	0	0	D_1	
R_2	q_2	0	0	D_2	
R_3	q_3	0	0	D_3	

Sferico di Stanford con Polso



Antropomorfo con Polso

