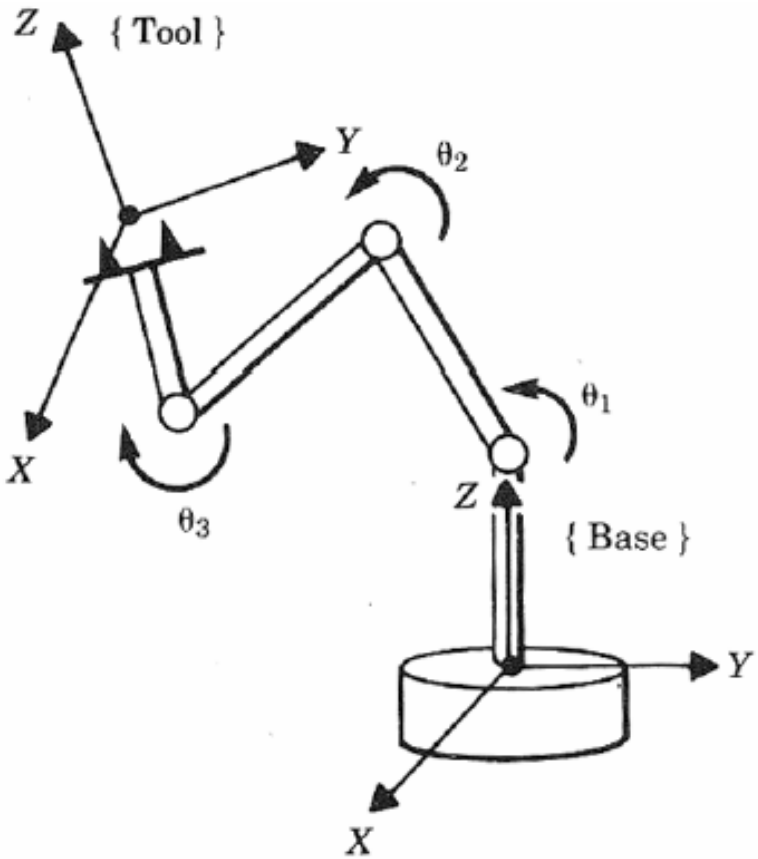
CINEMATICA DIRETTA (Esempi 1)

Paolo Fiorini
Dipartimento di Informatica
Università degli Studi di Verona

Introduzione

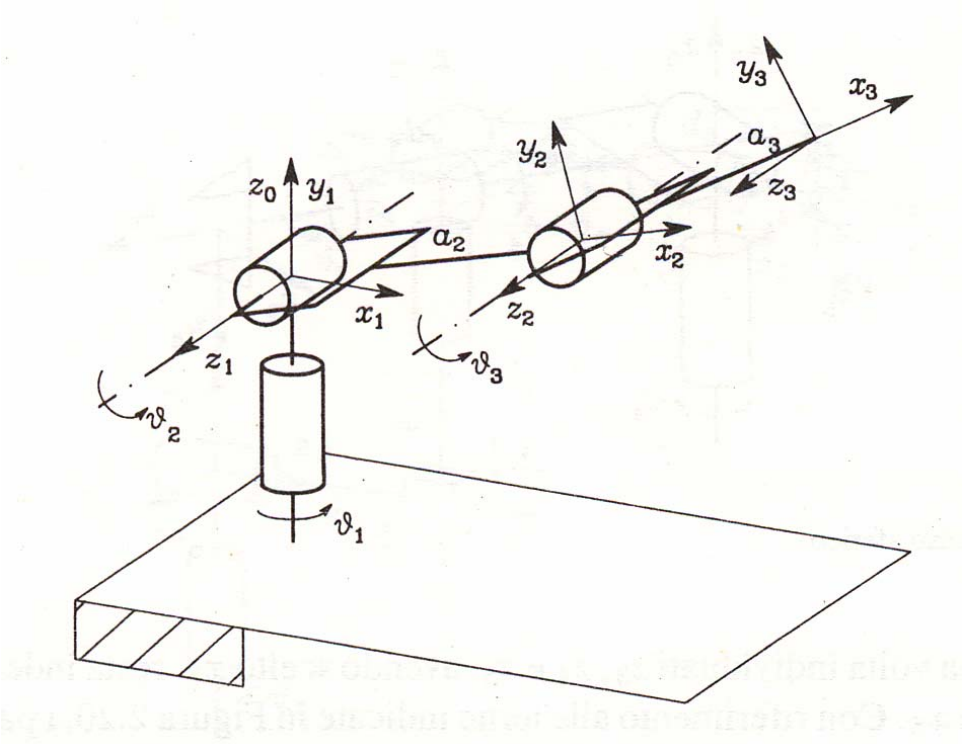
Cinematica Diretta
Dati: angoli ai giunti
Calcola: posizione e orientamento organo terminale
Cinematica Inversa
Dati: posizione e orientamento organo terminale
Calcola: tutti i possibili insiemi di angoli ai giunti per la posa data



Manipolatore Antropomorfo

<u>Struttura del Manipolatore</u>

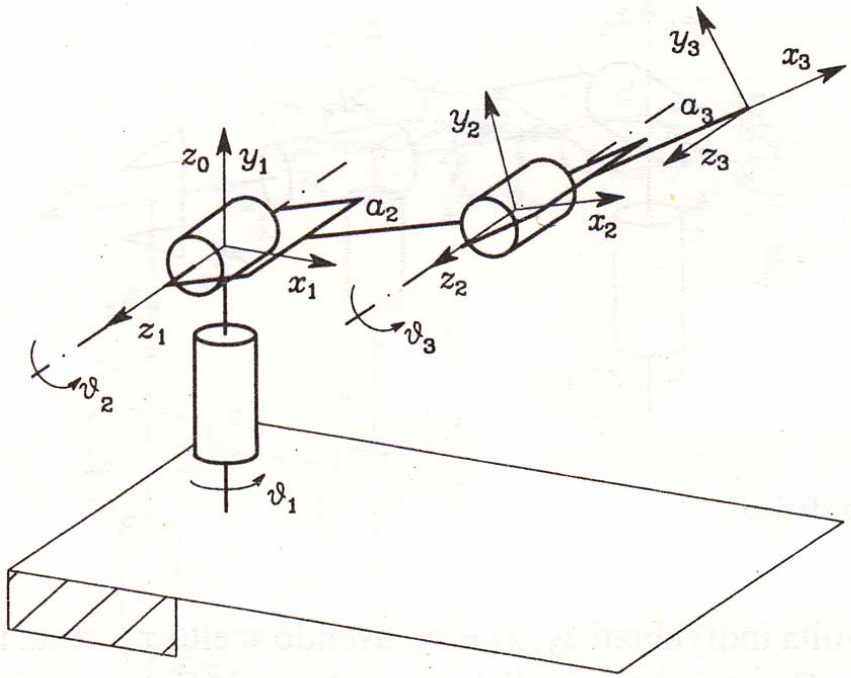
3 giunti rotoidali
- 2 giunti di spalla
- 1 giunto di gomito



Manipolatore Antropomorfo

Definizione dei parametri D-H

i	α_{i-1}	a_{i-1}	d_i	θ_i
1	90°	0	0	θ_1
2	0	a_2	0	θ_2
3	0	a_3	0	θ_3



Manipolatore Antropomorfo

$$R_i^{i-1}(q_i)=\begin{bmatrix} c\theta_i & -s\theta_i & 0 & a_{i-1} \\ c\alpha_{i-1}s\theta_i & c\alpha_{i-1}c\theta_i & -s\alpha_{i-1} & -d_i s\alpha_{i-1} \\ s\alpha_{i-1}s\theta_i & s\alpha_{i-1}c\theta_i & c\alpha_{i-1} & d_i c\alpha_{i-1} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

i	α_{i-1}	a_{i-1}	d_i	θ_i
1	90°	0	0	θ_1
2	0	a_2	0	θ_2
3	0	a_3	0	θ_3

$$R_1^0(q_1)=\begin{bmatrix} c\theta_1 & -s\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ s\theta_1 & c\theta_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$R_2^1(q_2)=\begin{bmatrix} c\theta_2 & -s\theta_2 & 0 & a_2 \\ s\theta_2 & c\theta_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

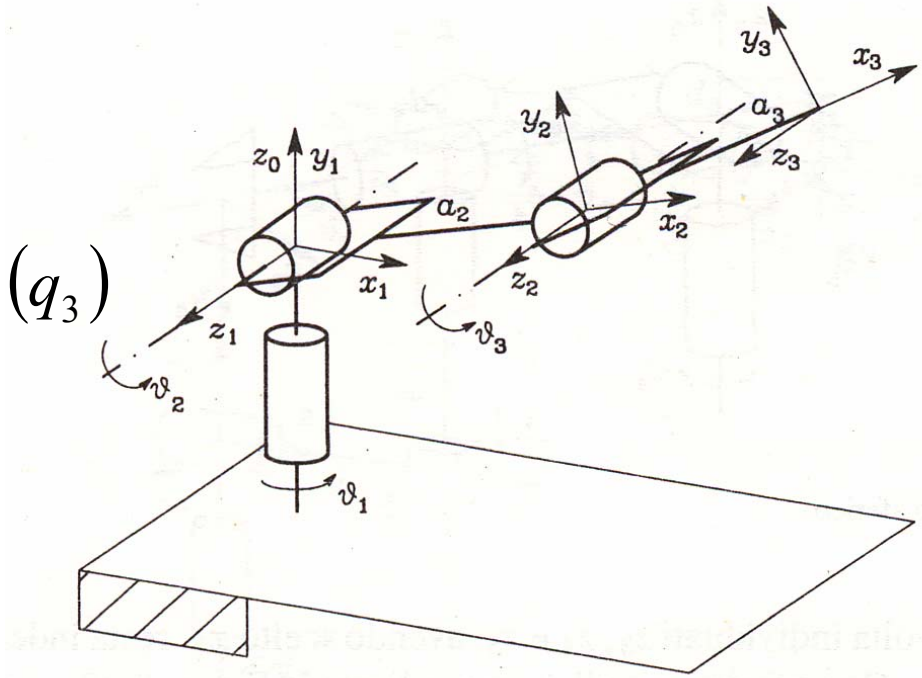
$$R_3^2(q_3)=\begin{bmatrix} c\theta_3 & -s\theta_3 & 0 & a_3 \\ s\theta_3 & c\theta_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Manipolatore Antropomorfo

<u>Calcolo della funzione cinematica diretta</u>

$$R_3^0(q) = R_1^0(q_1)R_2^1(q_2)R_3^2(q_3)$$

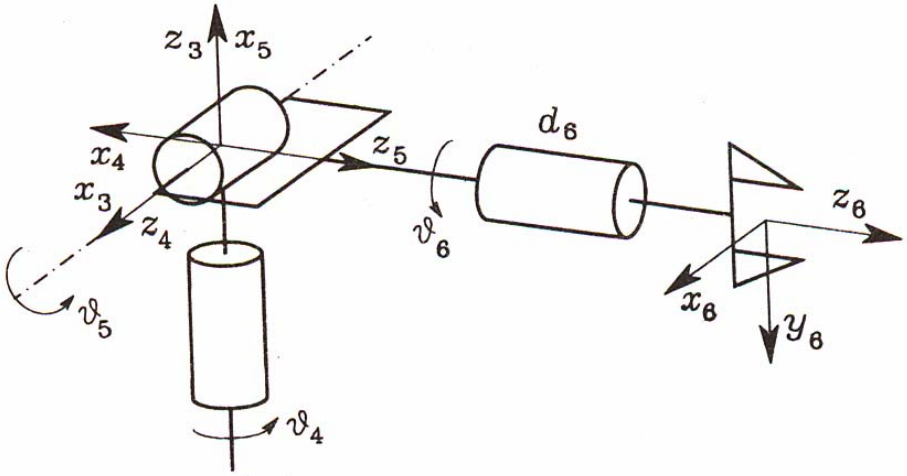
Z_3 risulta parallelo all'asse Z_2 e ***non coincide*** con una eventuale terna utensile



Polso Sferico

<u>Struttura del Polso Sferico</u>

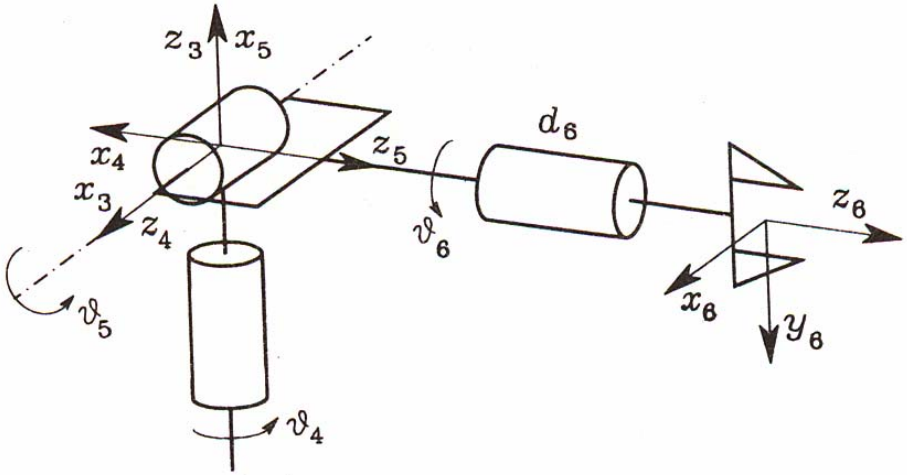
3 giunti rotoidali
La sfericità del polso è data dal fatto che gli assi dei giunti si intersecano tutti nello stesso punto



Polso Sferico

Definizione dei parametri D-H

i	α_{i-1}	a_{i-1}	d_i	θ_i
4	-90°	0	0	θ_4
5	90°	0	0	θ_5
6	0	0	d_6	θ_6



Polso Sferico

$$R_i^{i-1}(q_i)=\begin{bmatrix} c\theta_i & -s\theta_i & 0 & a_{i-1} \\ c\alpha_{i-1}s\theta_i & c\alpha_{i-1}c\theta_i & -s\alpha_{i-1} & -d_i s\alpha_{i-1} \\ s\alpha_{i-1}s\theta_i & s\alpha_{i-1}c\theta_i & c\alpha_{i-1} & d_i c\alpha_{i-1} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

i	α_{i-1}	a_{i-1}	d_i	θ_i
4	-90°	0	0	θ_4
5	90°	0	0	θ_5
6	0	0	d_6	θ_6

$$R_4^3(q_4)=\begin{bmatrix} c\theta_4 & -s\theta_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -s\theta_4 & -c\theta_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

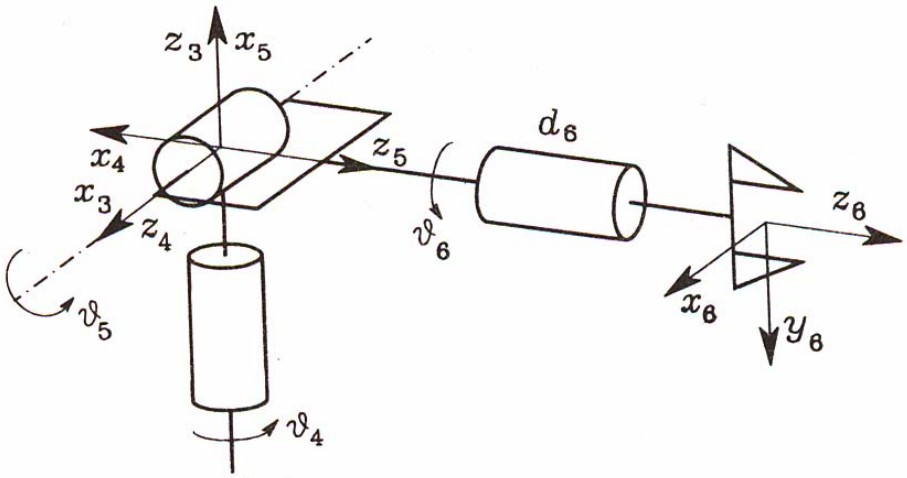
$$R_5^4(q_5)=\begin{bmatrix} c\theta_5 & -s\theta_5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ s\theta_5 & c\theta_5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$R_6^5(q_6)=\begin{bmatrix} c\theta_6 & -s\theta_6 & 0 & 0 \\ s\theta_6 & c\theta_6 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Polso Sferico

<u>Calcolo della funzione cinematica diretta</u>

I versori della terna 6 rappresentano i versori di una terna utensile (nsa)

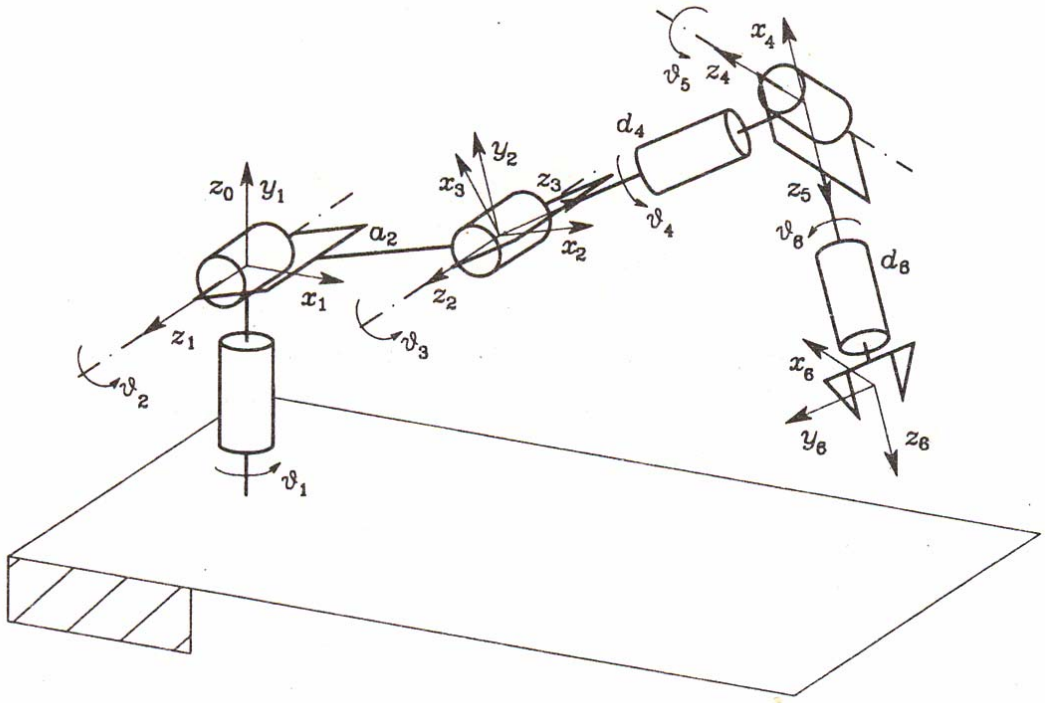


$$R_6^3(q) = R_4^3(q_4)R_5^4(q_5)R_6^5(q_6)$$

Manipolatore Antropomorfo con Polso Sferico

<u>Struttura del Manipolatore</u>

6 giunti rotoidali
- 2 giunti di spalla
- 1 giunto di gomito
- 3 giunti di polso

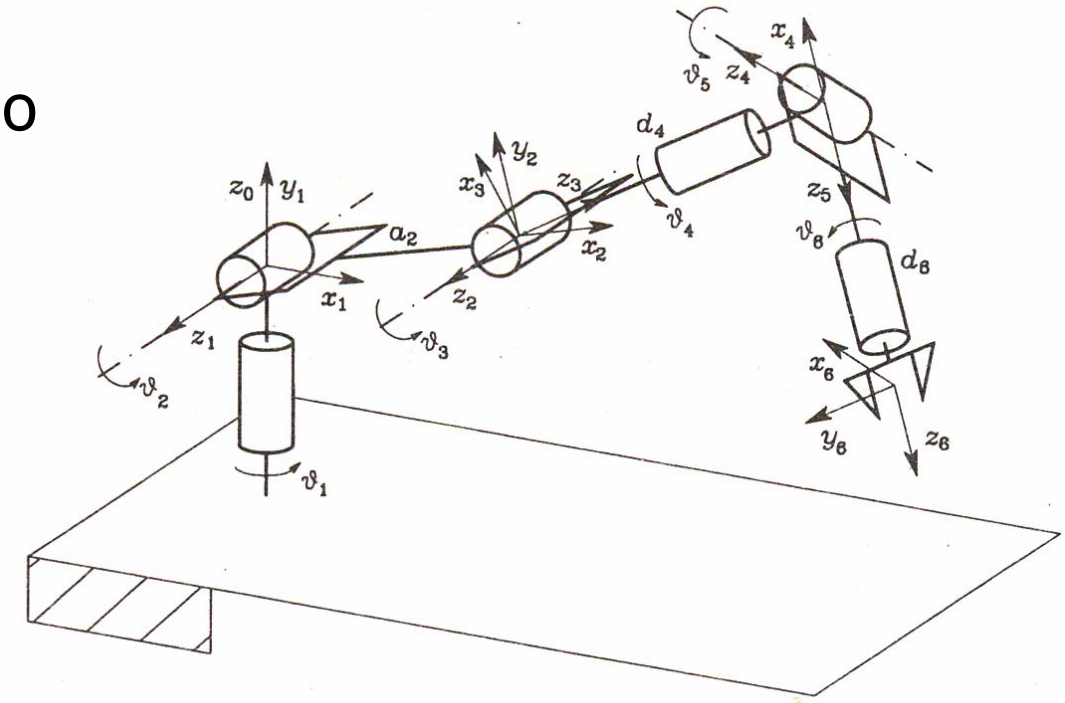


Manipolatore Antropomorfo con Polso Sferico

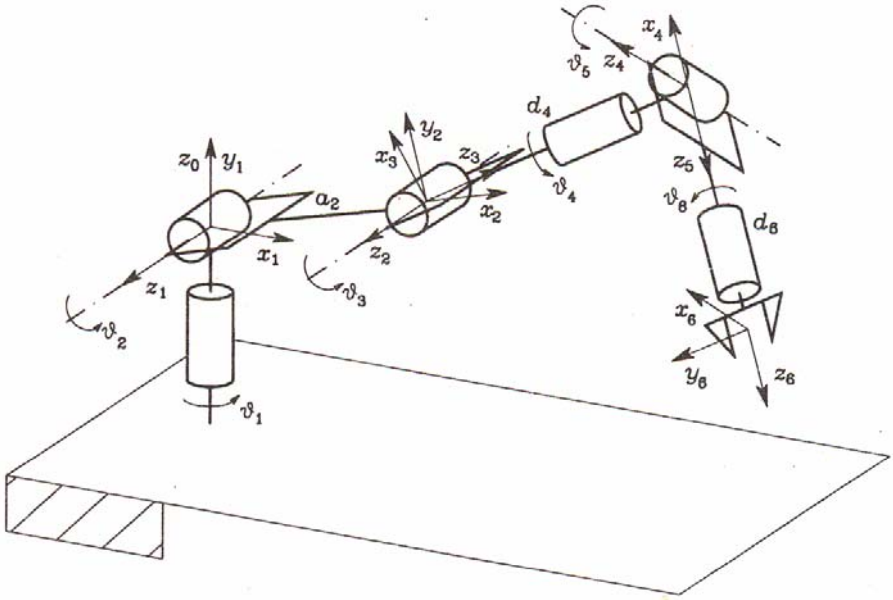
<u>Equazione Cinematica</u>

Due modi per il calcolo dell'equazione

- combinare le due trasformazioni già viste introducendone una costante che le leghi
- riapplicare la convenzione D-H



Manipolatore Antropomorfo con Polso Sferico

i	α_{i-1}	a_{i-1}	d_i	θ_i
1	90°	0	0	θ_1
2	0	a_2	0	θ_2
3	90°	0	0	θ_3
4	-90°	0	d_4	θ_4
5	90°	0	0	θ_5
6	0	0	d_6	θ_6

Definizione dei parametri D-H