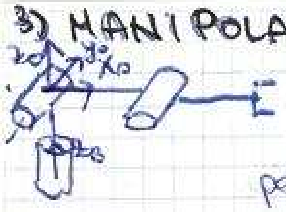
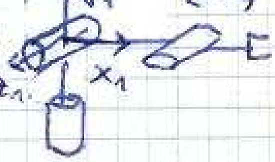
3) MANIPOLATORE ANTROPOMORFO

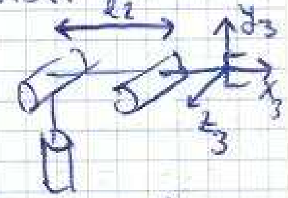


Possiamo prendere la terna 0 sul giunto 2 per semplificare il piazzamento delle terne e poi effettuare una traslazione di $-h$ lungo z_0 per avere la cinematica rispetto alla terna base x_B, y_B, z_B



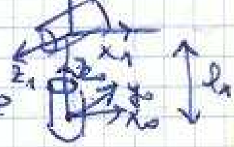
Scegliamo x_0 in modo che coincida con x_1 per semplificare la matrice ${}^0_1T$: x_1 è infatti diretto lungo il link 2 nella direzione dal giunto 2 al giunto 3.

Avendo z_2 e z_1 paralleli possiamo scegliere noi O_2 che x_2 a nostra discrezione: prendiamo O_2 sul giunto 3 e $x_3 \parallel x_2 \parallel x_1$ in modo da semplificare le matrici.



Potendo fissare z_3 ad arbitrio lo prendiamo parallelo a z_2 e quindi a z_1 sempre per questioni di semplificazione; in questo modo abbiamo altri gradi di libertà anche su O_3 che prendiamo proprio sull'end-effector e su x_3 che prendiamo $\parallel x_2$ in modo che le terne 1, 2, 3 siano (in questa posa iniziale) puramente traslate.

Determinazione dei parametri di D-H:



1) $O_1' \equiv O_1 \Rightarrow a_1 = 0$ e anche $d_1 = 0$; prendendo $d_1 = l_1$ abbiamo la trasformazione rispetto alla terna base (è come se O_0 fosse posto sul telaio come in figura)

ruotando attorno ad x_1 di 90° in senso antiorario z_0 e z_1 si sovrappongono: $\alpha_1 = +90°$; x_0 ed x_1 sono sovrapposti quindi $\vartheta_1^* = 0$ in questa posizione iniziale, ma ovviamente è una variabile di giunto: indichiamo questo fatto dicendo che il parametro di D-H è $\vartheta_1 + 0 = \vartheta_1$

2) le terne 1 e 2 sono puramente traslate quindi $\vartheta_2^* = 0$ ed $d_2 = 0$
$O_2' \equiv O_1$ quindi $a_2 = l_2$ e $d_2 = 0$.

3) per gli stessi motivi visti in 2) si ha $\vartheta_3^* = d_2 = 0$ mentre $a_3 = l_3, d_3 = 0$.

Riassumendo

i	α_i	ϑ_i	d_i	a_i
1	90	ϑ_1	$0(l_1)$	0
2	0	ϑ_2	0	l_2
3	0	ϑ_3	0	l_3

perciò

$$ {}^0_1T = \begin{bmatrix} c\vartheta_1 & 0 & s\vartheta_1 & 0 \\ s\vartheta_1 & 0 & -c\vartheta_1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} $$

$$ {}^1_2T = \begin{bmatrix} c\vartheta_2 & -s\vartheta_2 & 0 & l_2 c\vartheta_2 \\ s\vartheta_2 & c\vartheta_2 & 0 & l_2 s\vartheta_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad {}^2_3T = \begin{bmatrix} c\vartheta_3 & -s\vartheta_3 & 0 & l_3 c\vartheta_3 \\ s\vartheta_3 & c\vartheta_3 & 0 & l_3 s\vartheta_3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \Rightarrow {}^0_3T = {}^0_1T\,{}^1_2T\,{}^2_3T = $$

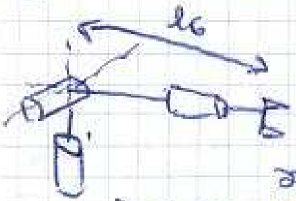
$$ = \begin{bmatrix} c_1(c_2c_3 - s_2s_3) & -c_1(c_2s_3 + s_2c_3) & s_1 & l_2c_1c_2 + l_3c_1(c_2c_3 - s_2s_3) \\ s_1(c_2c_3 - s_2s_3) & -s_1(c_2s_3 + s_2c_3) & -c_1 & l_2s_1c_2 + l_3s_1(c_2c_3 - s_2s_3) \\ c_2s_3 + s_2c_3 & c_2c_3 - s_2s_3 & 0 & l_2s_2 + l_3(c_2s_3 + s_2c_3) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = $$

$$ = \begin{bmatrix} c_1c_{23} & -c_1s_{23} & s_1 & l_2c_1c_2 + l_3c_1c_{23} \\ s_1c_{23} & -s_1s_{23} & -c_1 & l_2s_1c_2 + l_3s_1c_{23} \\ s_{23} & c_{23} & 0 & l_2s_2 + l_3s_{23} \underbrace{(+l_1)} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} $$

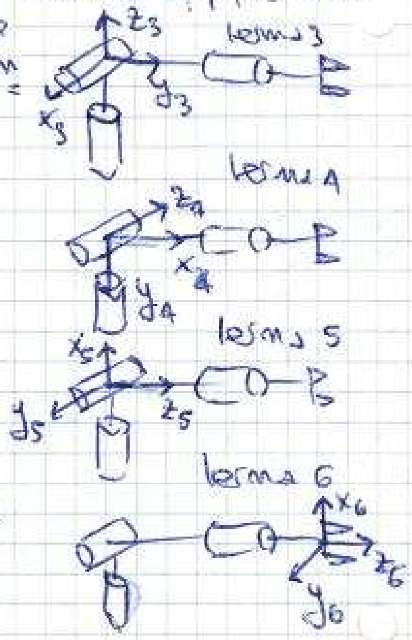
nel caso di terna zero coincidente con la terna base

4) POLSO SFERICO

si parla di polso sferico quando si hanno 3 giunti rotoidali i cui assi si intersecano nello stesso punto (centro del polso)



le terne iniziano ad essere numerate dalla 3, perché solitamente il polso sferico, che conferisce i 3 gradi di libertà per l'orientamento della pinza, viene preceduto da 3 altri giunti in grado di conferire i 3 gdl per il posizionamento



Determiniamo ora dei parametri di D-H:

4) $a_4 = d(O_4, z_3) = 0$, $d_4 = d(O_3, x_4) = 0$

e analogamente sono nulli a_5, d_5, a_5, d_6 perché le terne 3, 4, 5 hanno le origini in comune.

$\alpha_4 = -\pi/2$ perché per sovrapporre z_3 a z_4 dobbiamo ruotare attorno al x_4 in senso orario. $\vartheta_3^* = \vartheta_3 + \pi/2$

5) $\alpha_5 = -\pi/2$, $\vartheta_5^* = \vartheta_5 + \pi/2$

6) $a_6 = d(O_6, z_5) = 0$, $d_6 = d(O_5, x_6) = l_6$, $\alpha_6 = 0$, $\vartheta_6^* = 0$

Riassumendo

i	α_i	ϑ_i	a_i	d_i
4	$-\pi/2$	$\vartheta_4 + \frac{\pi}{2}$	0	0
5	$-\pi/2$	$\vartheta_5 - \frac{\pi}{2}$	0	0
6	0	ϑ_6	0	l_6