

Robotica - 01CFIDV, 02CFICY

docente: prof. Basilio BONA
tel. 7023

basilio.bona@polito.it

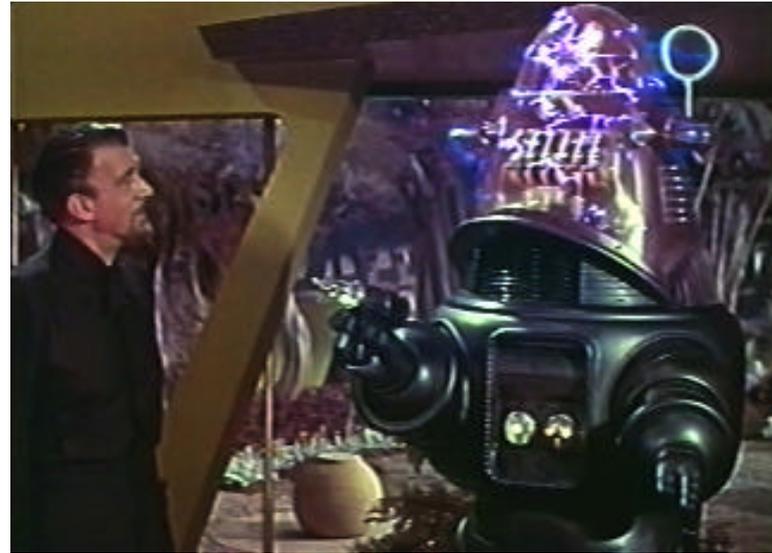
www.ladispe.polito.it/meccatronica/01CFI/

Quando pensiamo ai robot pensiamo a ... (1)

Metropolis (1927)



Il Pianeta Proibito (1956)



Quando pensiamo ai robot pensiamo a ... (2)

Star Wars (1977)

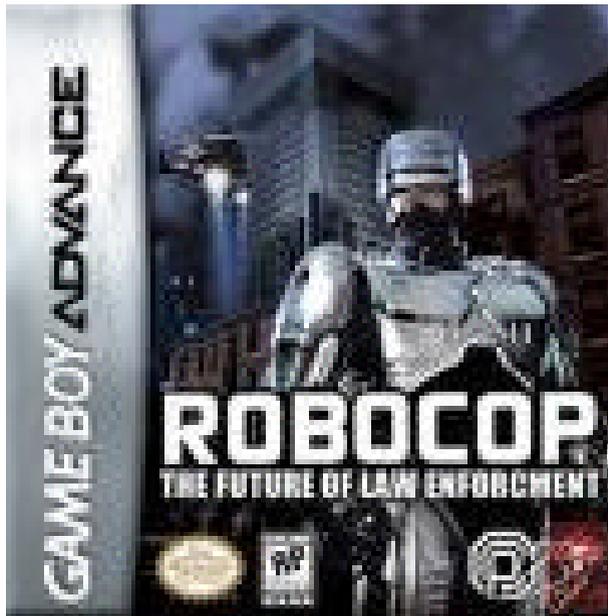


Terminator (1984)



Quando pensiamo ai robot pensiamo a ... (3)

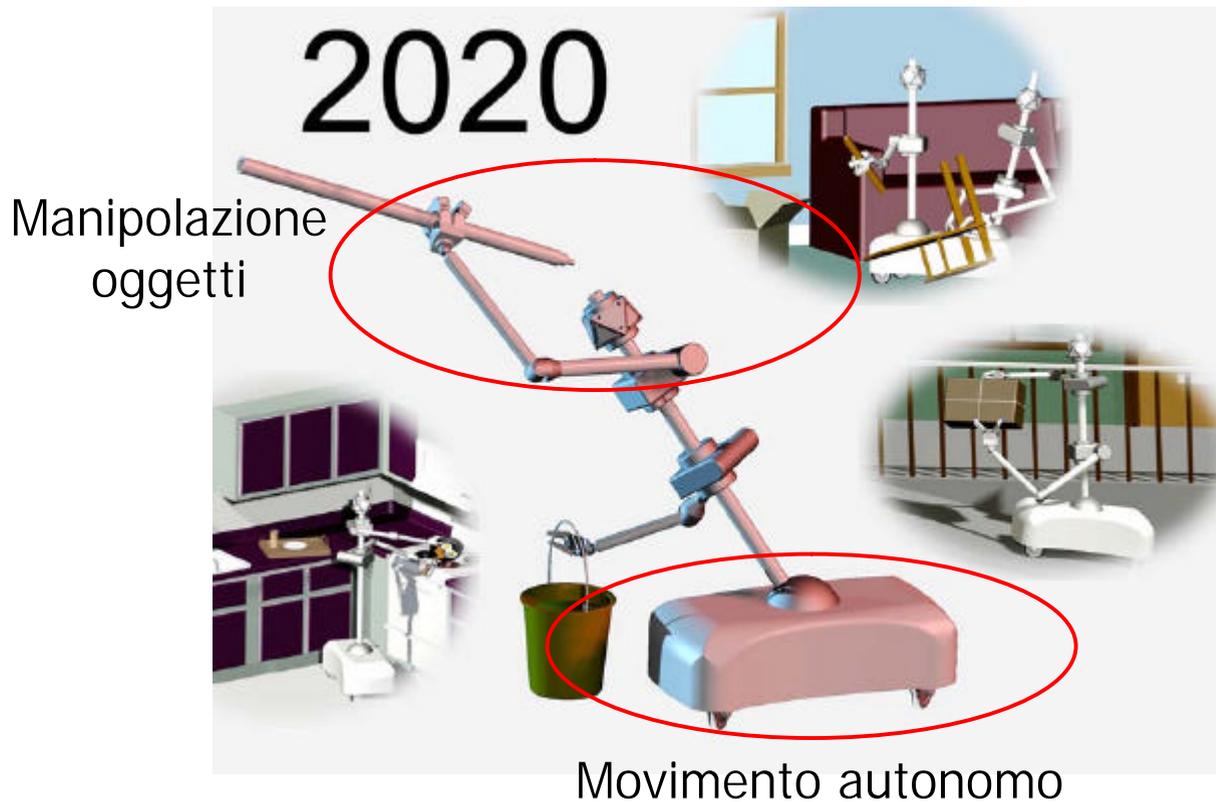
Robocop (1987)



I cartoni giapponesi

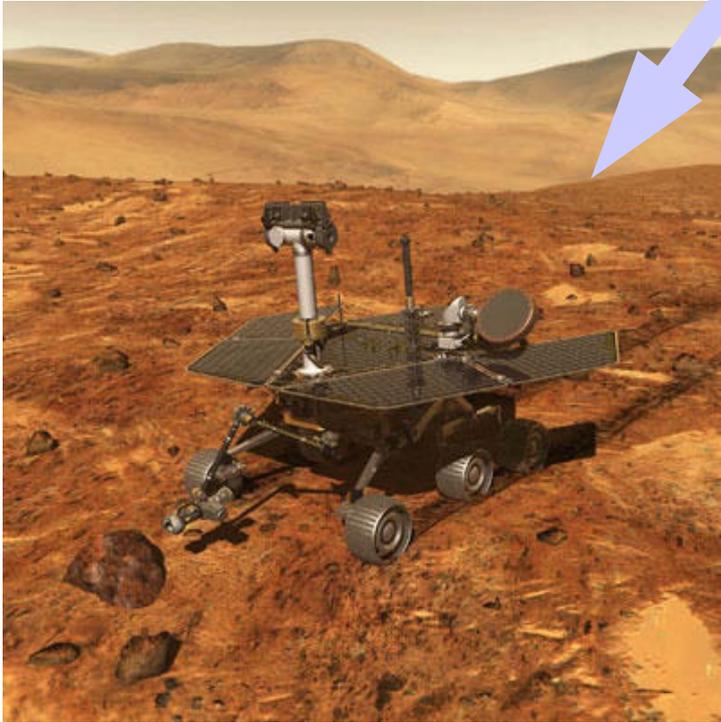


Più verosimilmente ci aspetta uno scenario diverso ...



Attualmente, manipolazione e movimento autonomo sono ancora scarsamente integrati

Che differenza c'è tra la robotica industriale e la robotica mobile?



Industrial robots spot weld automobile bodies on an assembly line.

Che differenza c'è tra la robotica industriale e la robotica mobile?

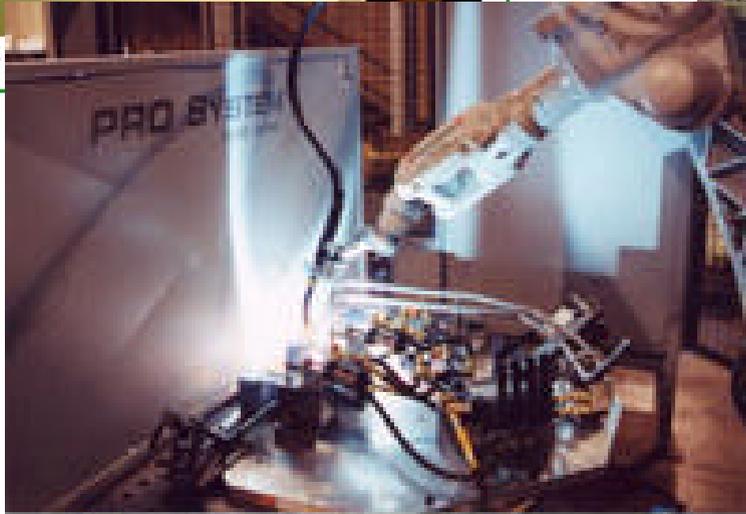
- Robotica industriale: si concentra sulla **manipolazione**
 - settori tradizionali manifatturieri: per movimentazione, montaggi, saldatura, packaging, verniciatura, deposizione colle e sigillanti
 - diffusione crescente in settori non tradizionali (agricoltura, abbigliamento, alimentare ecc.)
- Robotica mobile e di servizio: si concentra sulla capacità di **movimento autonomo**
 - esplorazione (vulcani, robotica sottomarina, rover planetari)
 - sorveglianza, logistica e pulizia edifici
 - servizi ospedalieri, per disabili e per anziani
 - bonifica aree "inquinata"
 - sminamento
 - ... altro ancora ...

Robotica Industriale

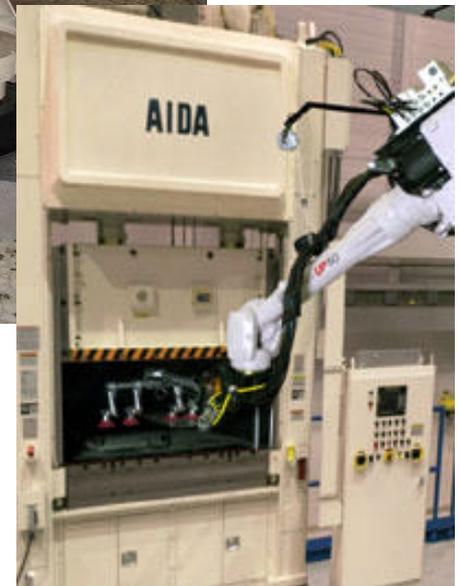
Airflow Stacking Tool



Figure 7

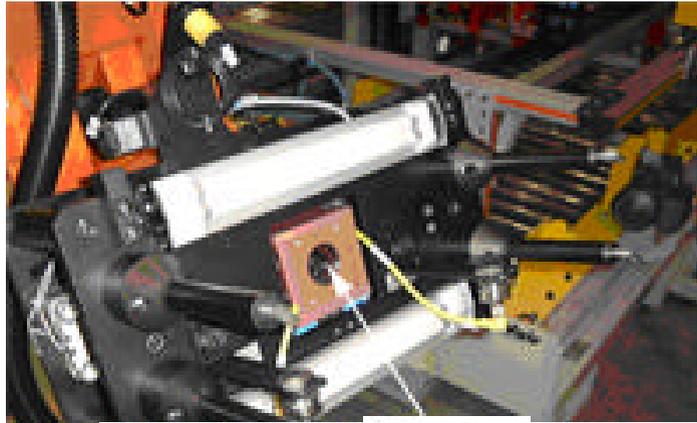


A Panasonic robot welds an aluminum parts at Quality Metal Fabrication.



*Courtesy of Motoman:
High-Speed Press Transfer Application*

Robotica Industriale



The upcoming International Robots & Vision Show (June 3 – June 5) and Conference (begins June 2) in Chicago will include several presentations on the latest robot-guidance systems that use automated vision, such as this FANUC bin-picking robot in use at Len Industries (Leslie, MI).

Robotica Industriale

Scopo: manipolare oggetti

I robot si indicano più spesso con il termine di

- Manipolatori industriali
- Bracci robotici

La base è fissa o trasla in modo limitato



Che cos'è un robot per l'ingegnere ?

- una catena cinematica
- un sistema dinamico multicorpo con vincoli
- un sistema dotato di azionamenti e motori
- un sistema con sensori di vario genere
- un sistema che va controllato
- un sistema su cui gira del software
- ... insomma ... un sistema *meccatronico*

Argomenti da trattare

- Rappresentazioni e modelli del mondo 3D: vettori, matrici, rototraslazioni ecc.
- Cinematica **diretta** e **inversa**, di **posizione** e di **velocità**
- Statica: come le forze alla punta si riflettono nei giunti e viceversa
- Dinamica: come si scrive un modello per la simulazione e il controllo
- Robotica mobile:
 - Strutture: ruotate, a gambe, altre; tipi di ruota, ecc.
 - Sensori: infrarossi, sonar, visione mono e stereo
 - Algoritmi: mapping, localization, exploration, obstacle avoidance

Rappresentazione 3D

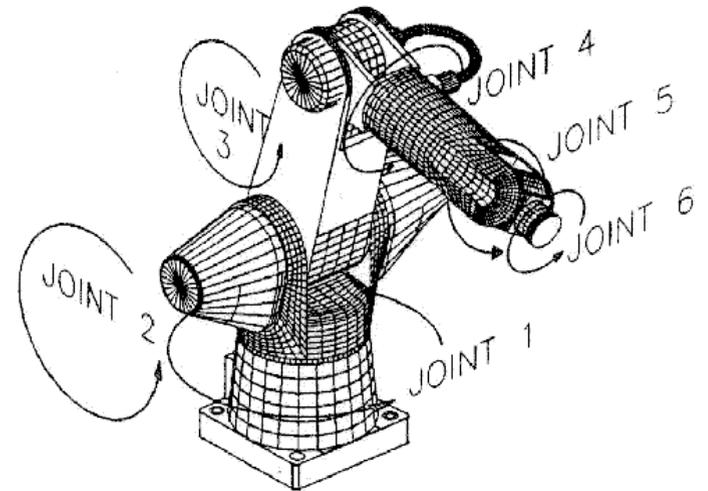
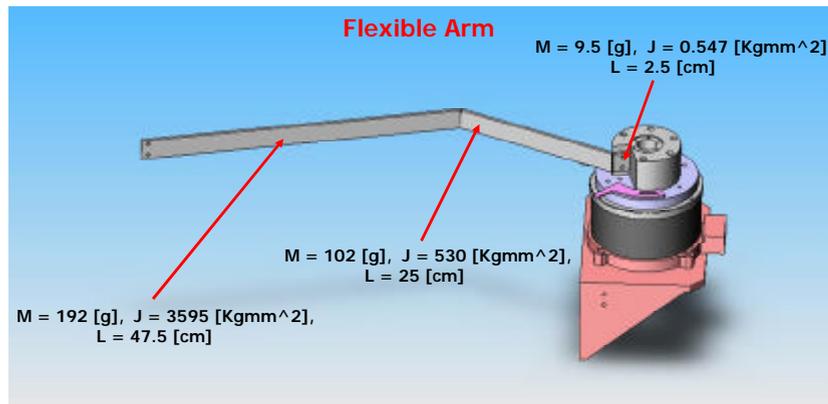
Fare riferimento al **cap. 2 del libro di testo**:

- Sistemi di riferimento
- Vettori: rappresentano punti e/o segmenti orientati
 - Operazioni vettoriali: somma, prodotto scalare, prodotto vettoriale, norma
- Matrici
 - Prodotto di matrice x vettore
 - Traccia e determinante
 - Rango
- Rotazioni e traslazioni
- Vettori e matrici omogenee (utili anche nella grafica 3D)
- ...

Cinematica

Per descrivere la cinematica dei manipolatori e dei robot mobili occorre definire la **catena cinematica**

Catena cinematica = giunti + bracci





CREDIT: NASA/SERPENTINE ROBOTICS PROJECT



Catena cinematica (1)

Composta da

- Bracci (rigidi e ideali)
- Giunti (rigidi e ideali)

Definita solo a fini geometrici

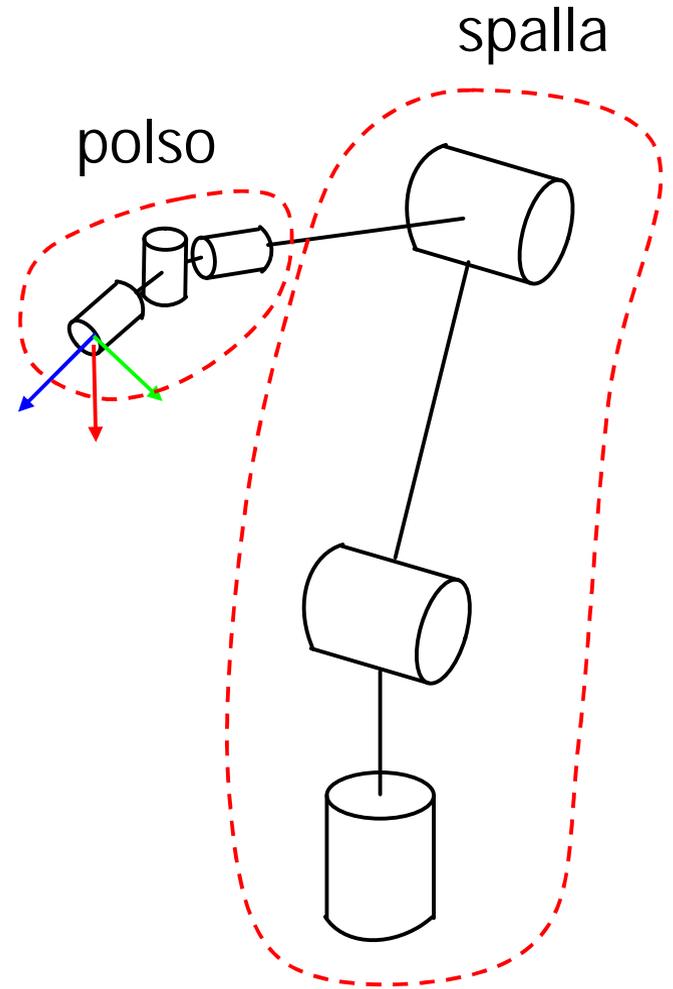
Possiede gradi di **movimento** e gradi di **libertà**

Occorre saper fissare un riferimento per ogni parte mobile: convenzioni DH

Deve essere possibile definire ogni punto in qualsiasi sistema di riferimento.



Catena cinematica (2)



Catena cinematica (4)

i giunti consentono un **grado di movimento** tra i bracci collegati

i giunti possono essere:

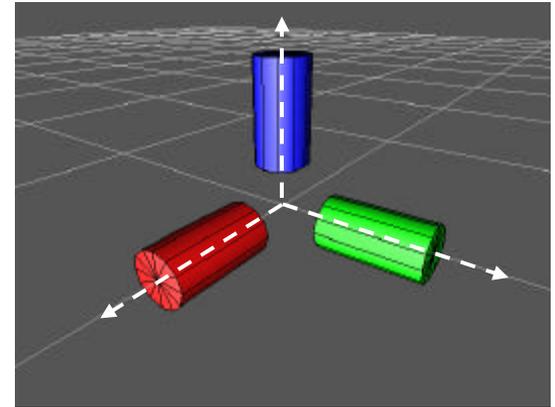
- rotoidali
- prismatici

i giunti **Rotoidali** consentono un moto di rotazione relativo tra i bracci

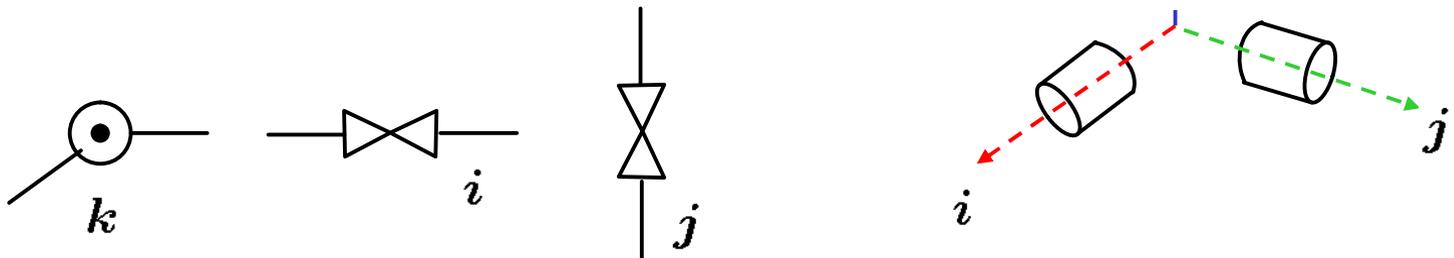
i giunti **Prismatici** consentono un moto di traslazione relativo tra i bracci

Catena cinematica (5)

I giunti rotoidali si disegnano in prospettiva come piccoli cilindri con l'asse allineato all'asse di rotazione del giunto stesso.

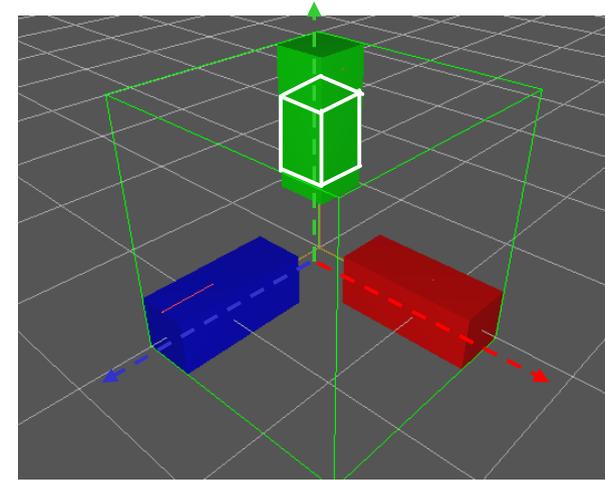


I giunti rotoidali si disegnano in piano come piccoli cerchi oppure come piccole "clessidre".

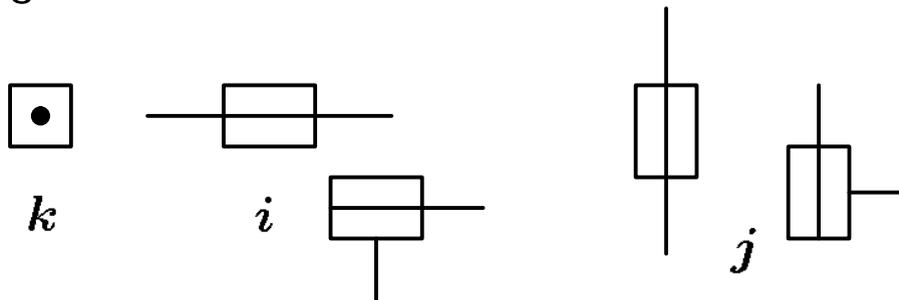


Catena cinematica (6)

I giunti prismatici si disegnano in prospettiva come piccoli cilindri con l'asse allineato secondo l'asse di rotazione del giunto stesso.

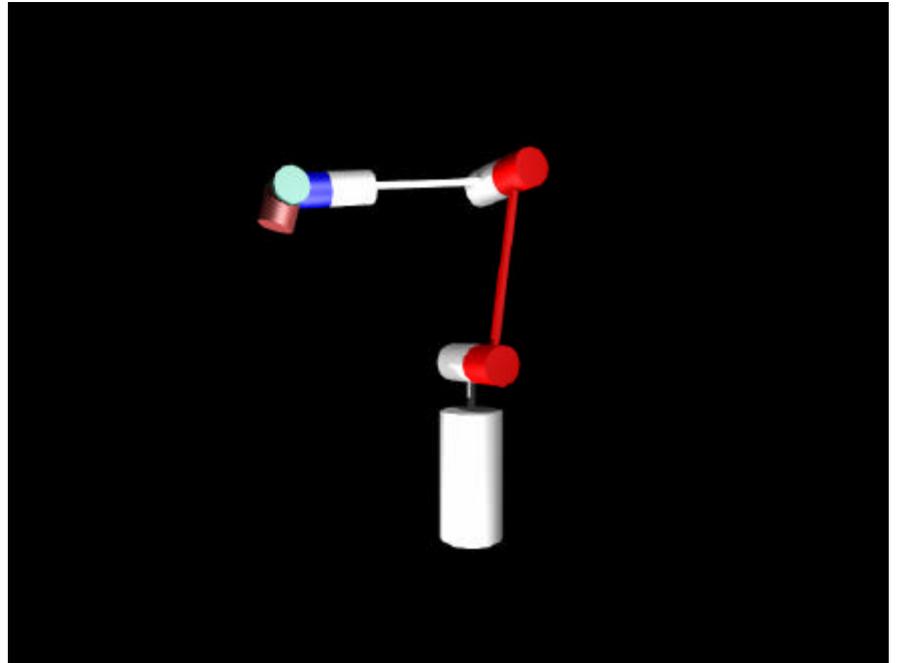


I giunti prismatici si disegnano in piano come quadrati con un punto in centro oppure come rettangoli.

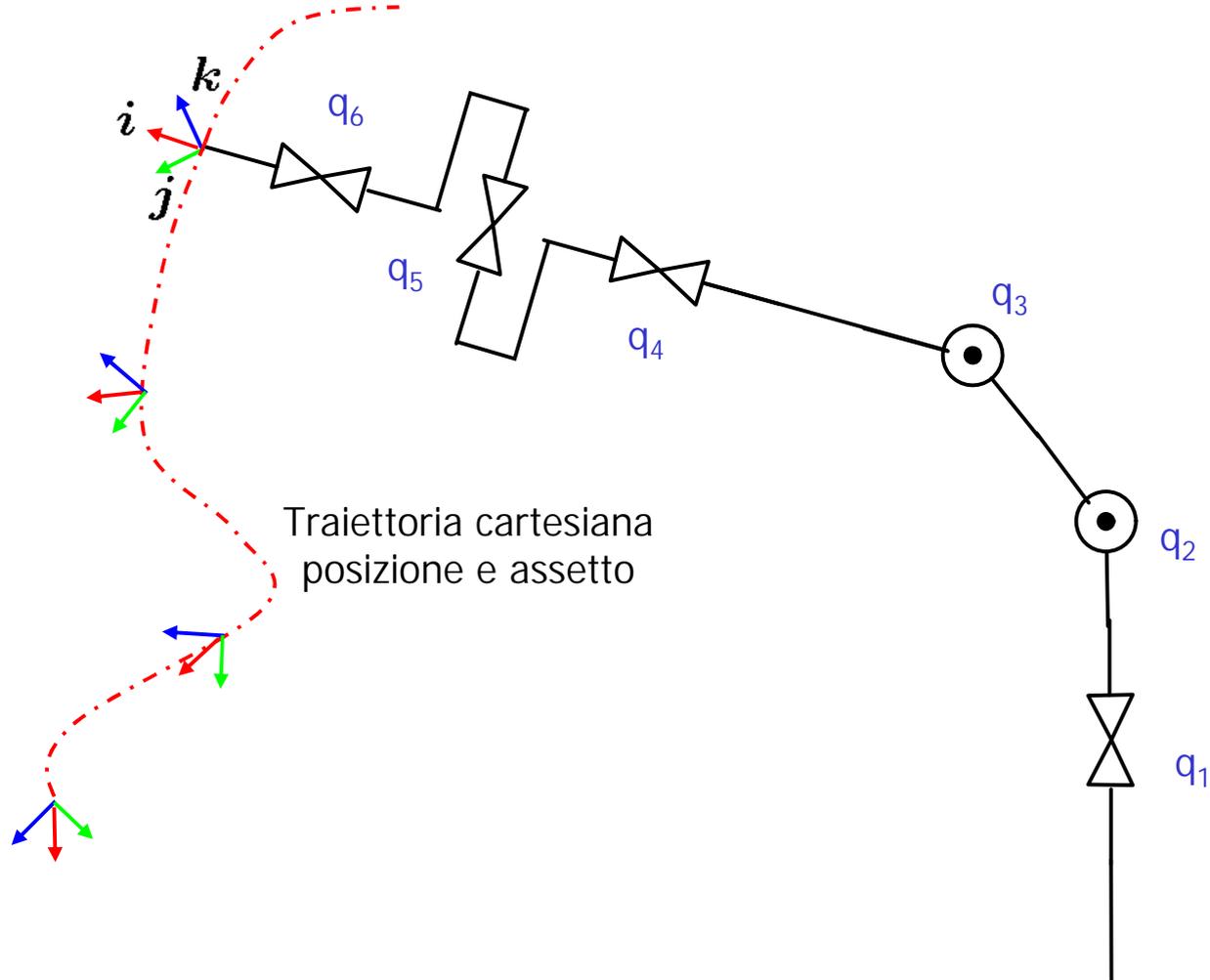


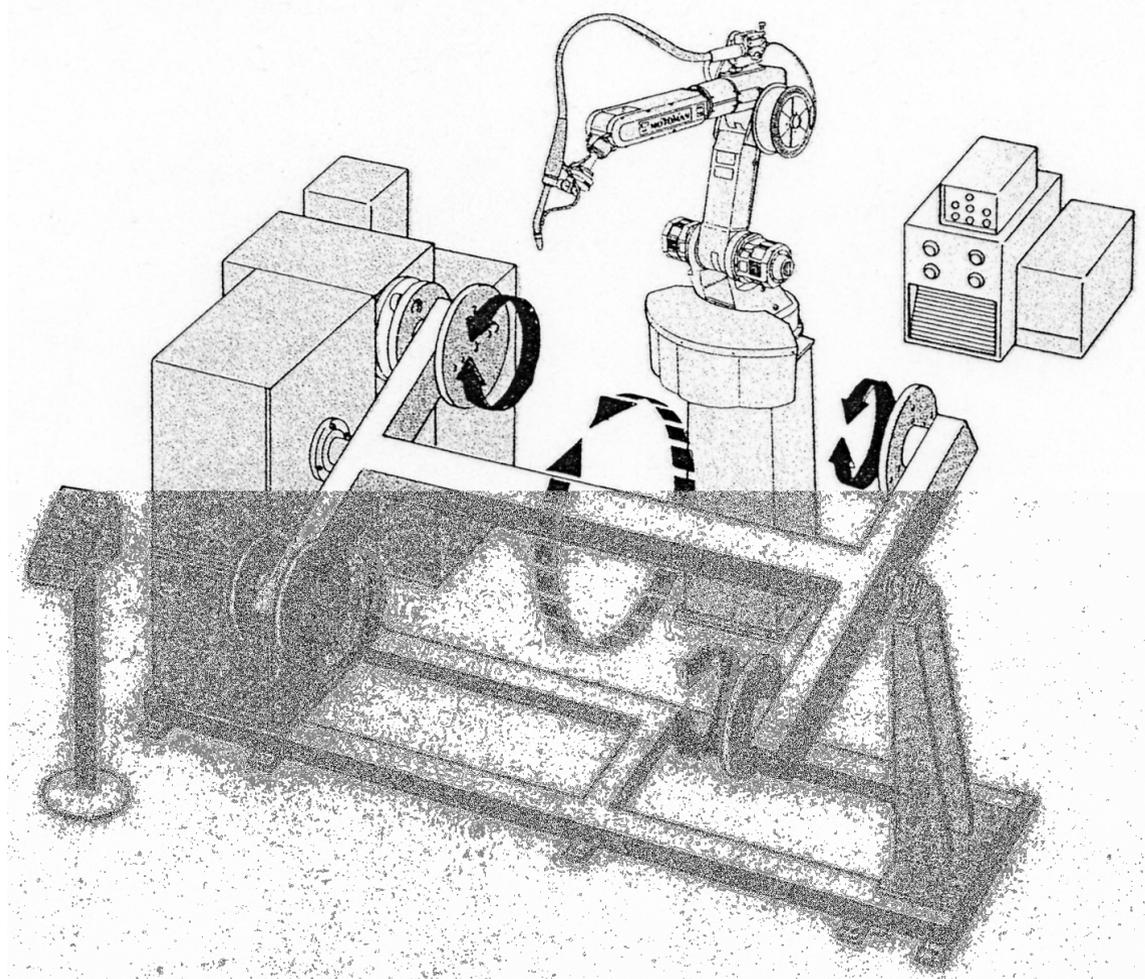
Catena cinematica (7)

Esempio

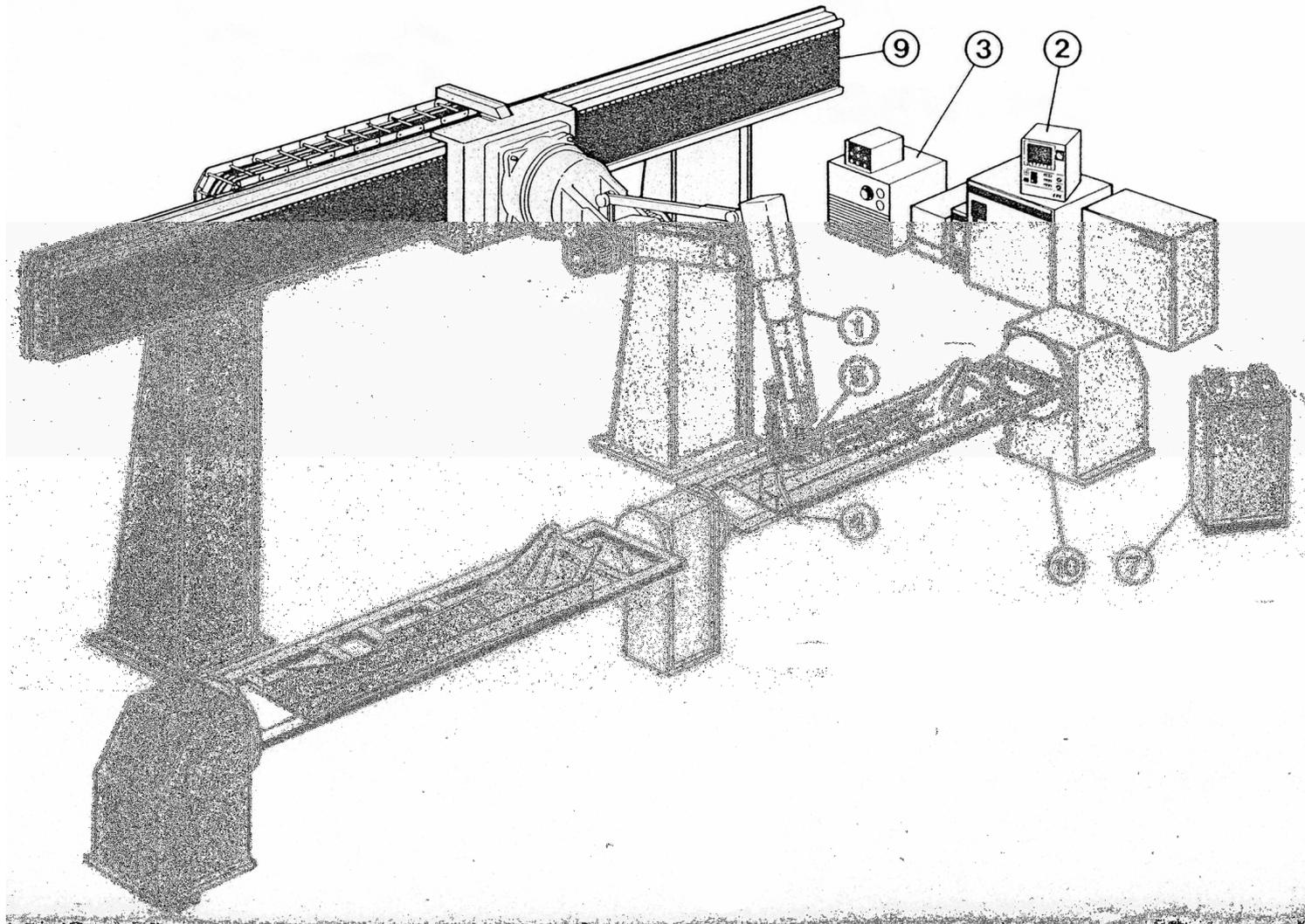


Catena cinematica (8)

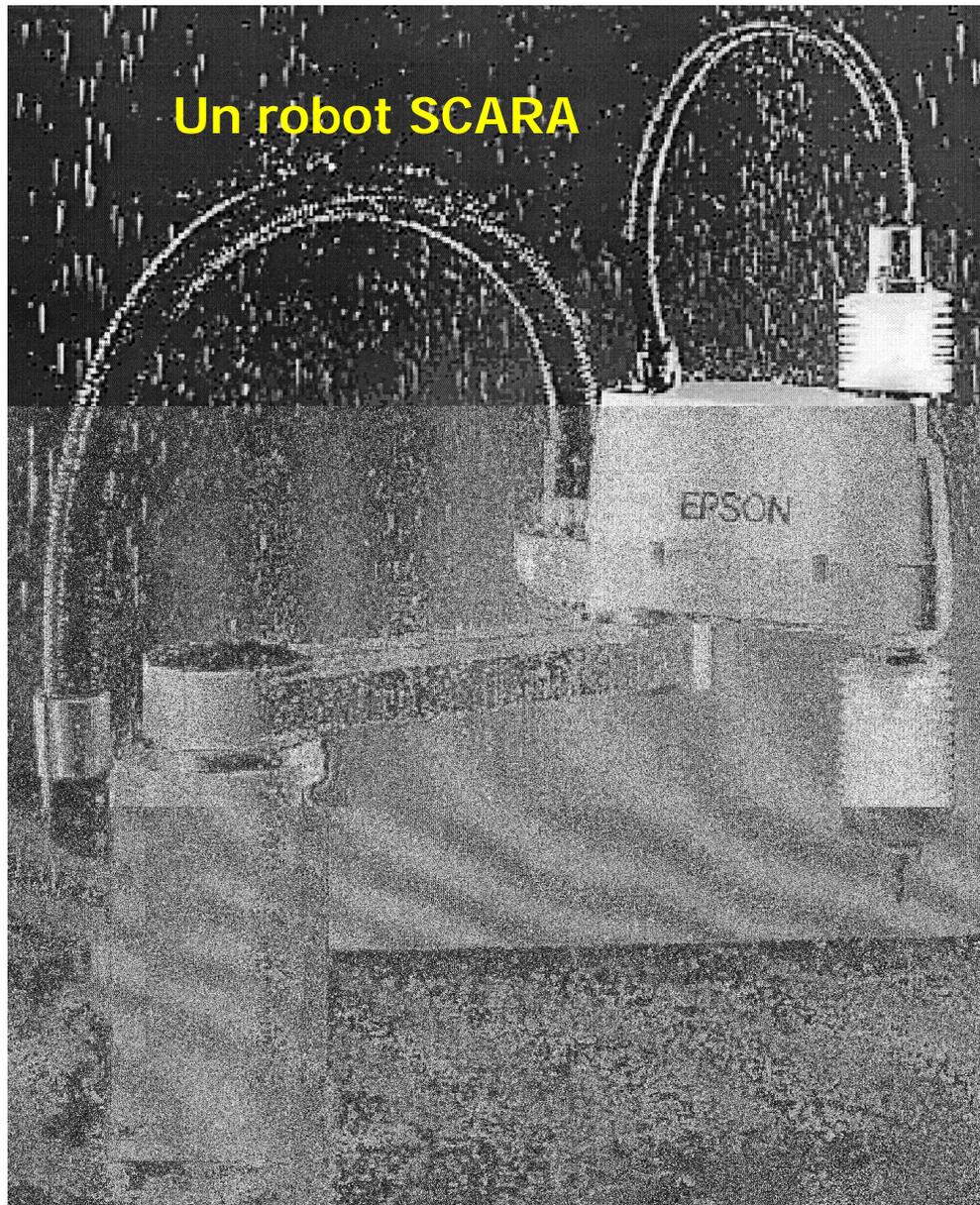


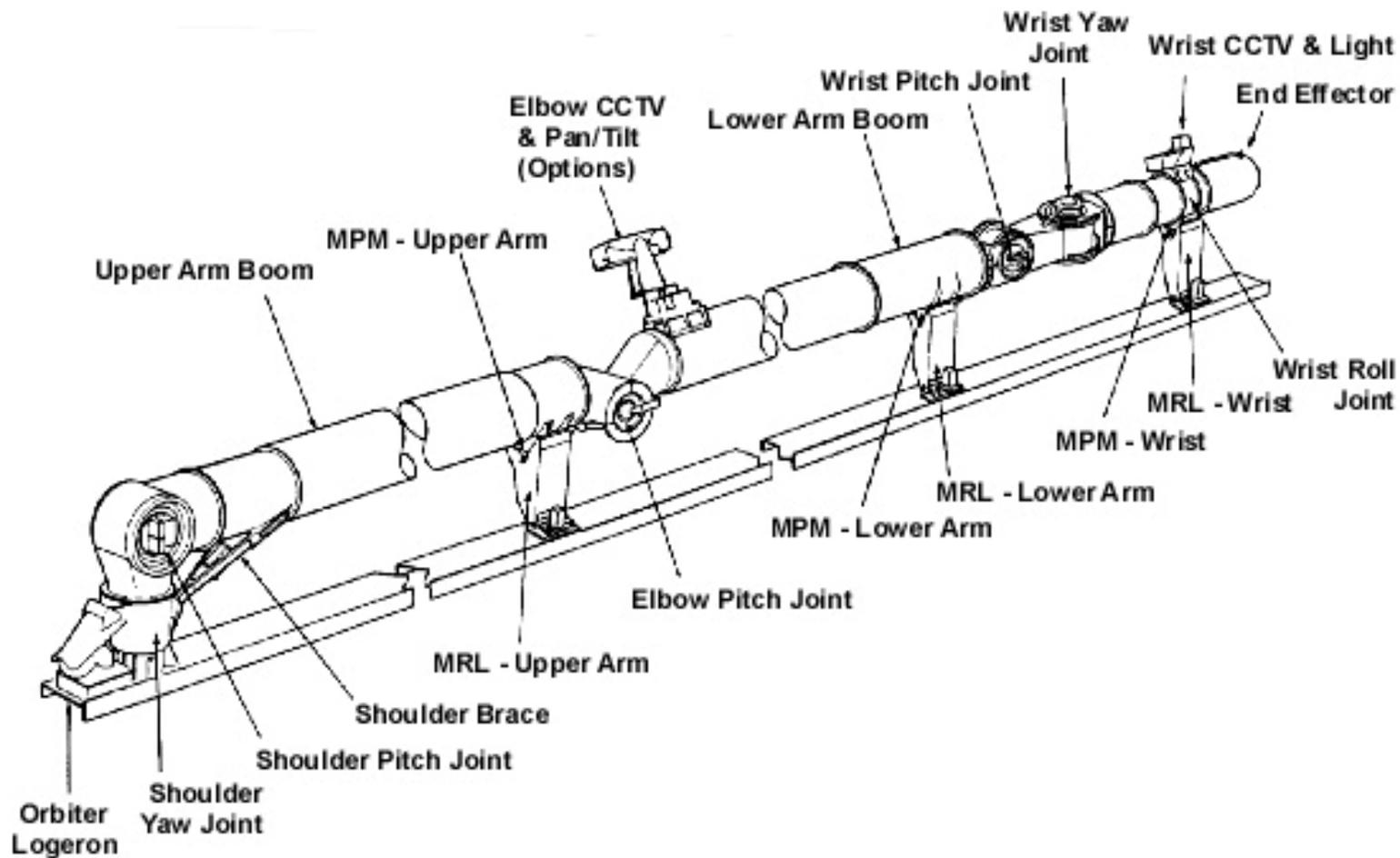


Esempio di robot + base con gradi di libertà aggiuntivi



Esempio di robot con base traslante





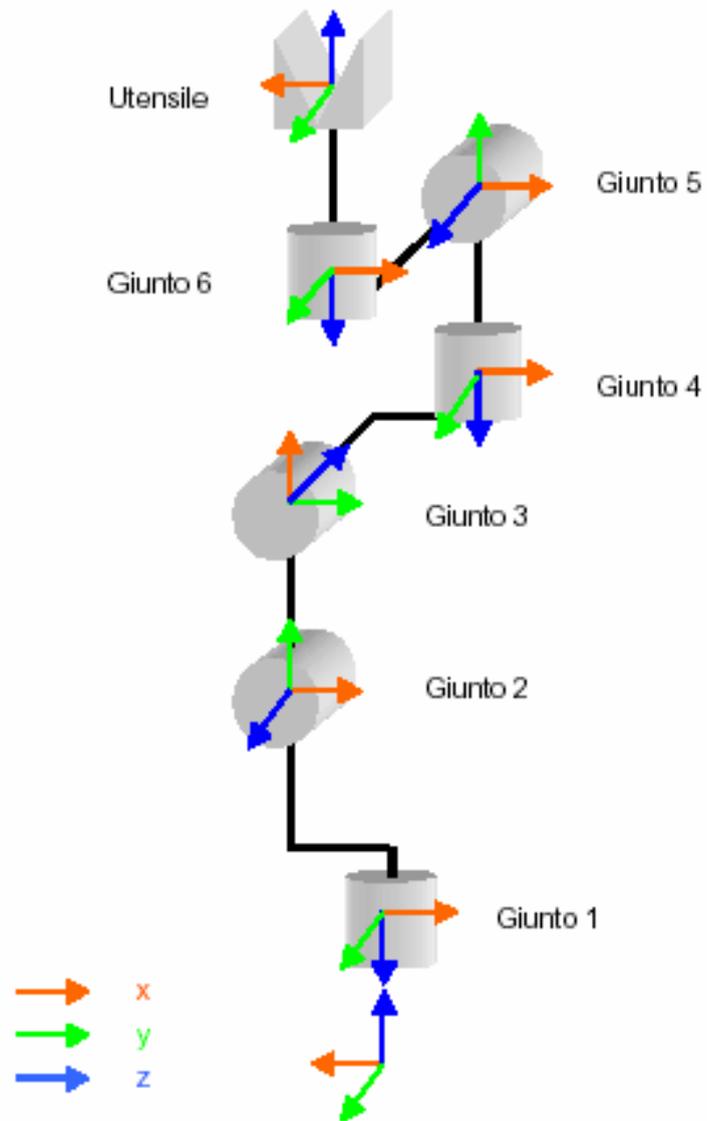


Figura 3.2 - Schema Smart S2 con convenzioni di Denavit-Hartenberg

$$l_{00} = -c_1 c_{23} (-c_4 c_5 c_6 + s_4 s_6) - s_1 (s_4 c_5 c_6 + c_4 s_6) - c_1 s_{23} s_5 c_6$$

$$l_{01} = -c_1 c_{23} (-c_4 c_5 s_6 - s_4 c_6) - s_1 (s_4 c_5 s_6 - c_4 c_6) - c_1 s_{23} s_5 s_6$$

$$l_{02} = c_1 c_{23} c_4 s_5 - s_1 s_4 s_5 + c_1 s_{23} c_5$$

$$l_{03} = c_1 c_{23} (l_3 c_4 s_5 + \text{off}_3 s_4) + s_1 (-l_3 s_4 s_5 + \text{off}_3 c_4) + c_1 s_{23} (l_4 + l_3 c_5) - \text{off}_3 c_1 c_{23} - \text{off}_2 s_1 + c_1 (l_2 s_2 + \text{off}_1)$$

$$l_{10} = -s_1 c_{23} (-c_4 c_5 c_6 + s_4 s_6) - c_1 (s_4 c_5 c_6 + c_4 s_6) - s_1 s_{23} s_5 c_6$$

$$l_{11} = -s_1 c_{23} (c_4 c_5 s_6 + s_4 c_6) + c_1 (-s_4 c_5 s_6 + c_4 c_6) - s_1 s_{23} s_5 s_6$$

$$l_{12} = -s_1 c_{23} c_4 s_5 - c_1 s_4 s_5 - s_1 s_{23} c_5$$

$$l_{13} = -s_1 c_{23} (l_3 c_4 s_5 + \text{off}_3 s_4) + c_1 (-l_3 s_4 s_5 + \text{off}_3 c_4) - s_1 s_{23} (l_4 + l_3 c_5) - \text{off}_3 s_1 c_{23} - \text{off}_2 c_1 + s_1 (l_2 s_2 + \text{off}_1)$$

$$l_{20} = s_{23} (-c_4 c_5 c_6 + s_4 s_6) - c_{23} s_5 c_6$$

$$l_{21} = -s_{23} (c_4 c_5 s_6 + s_4 c_6) - c_{23} s_5 s_6$$

$$l_{22} = -s_{23} c_4 s_5 + c_{23} c_5$$

$$l_{23} = -s_{23} (l_3 c_4 s_5 + \text{off}_3 s_4) + c_{23} (l_4 + l_3 c_5) - \text{off}_3 s_{23} - \text{off}_2 s_1 + l_1 + l_2 c_2$$

I componenti della matrice soluzione indicano la posizione della mano operativa rispetto al

