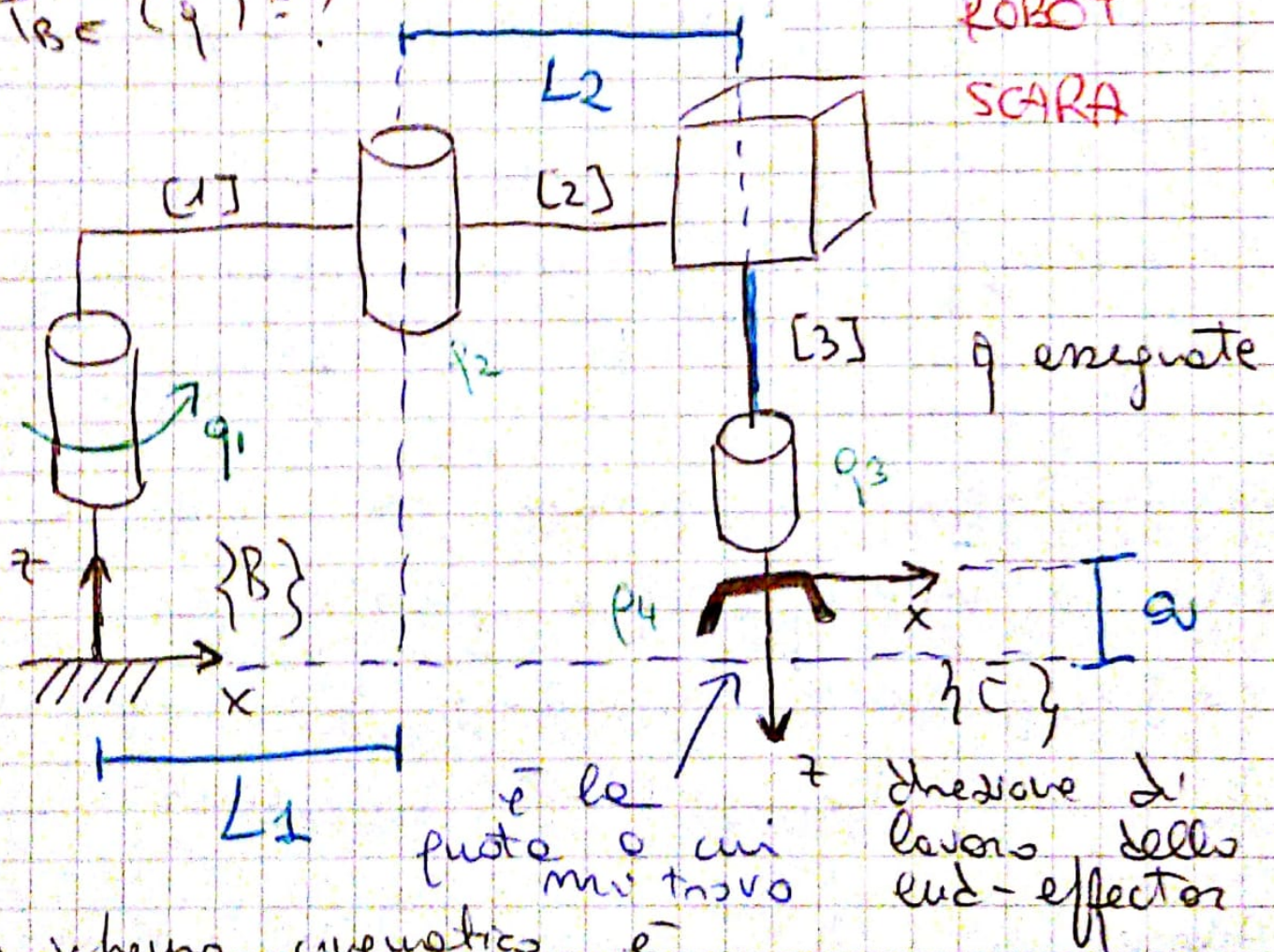


- $T_{421}$
- descrittore
  - cambio riferimento
  - matrici elementari
  - operatori

Cinematica diretta

$T_{BE}(\bar{q}) = ?$

ROBOT  
SCARA



Lo schema cinematico è  
di tipo SCARA con i parametri  
zero ( $p=0$ ) per ipotesi



$$\text{Config} - \phi / \bar{p} = \bar{o}$$

Nella costruzione della TBE si deve tenere conto della geometria, per cui considerare le conseguenze che comporta la presenza e l'eventuale movimento del giunto di p.  
Si può definire un sistema di riferimento solido al corpo anche se formalmente questo non è collocato nel volume del corpo, ovvero:



entrami i S.R.  
sono solidali  
al corpo

la strategia è pensare da link a link e voler effettuare questo passaggio contemplare la variazione della variabile di punto tra i giunti adiacenti

Allora, da punto verso, ci si deve muovere verso il secondo giunto, piuttosto che



so il valore di  $p_1$

Se  $p_1 = p_2 = 0$  l'asse  $x$  è orientato  
così  $\longrightarrow x$

Per problemi su  $p_1$  e  $p_2$ , il sistema  
di riferimento, e questo punto, sono la  
direzione del Link 2, lungo l'asse  $hat =$   
teppato.

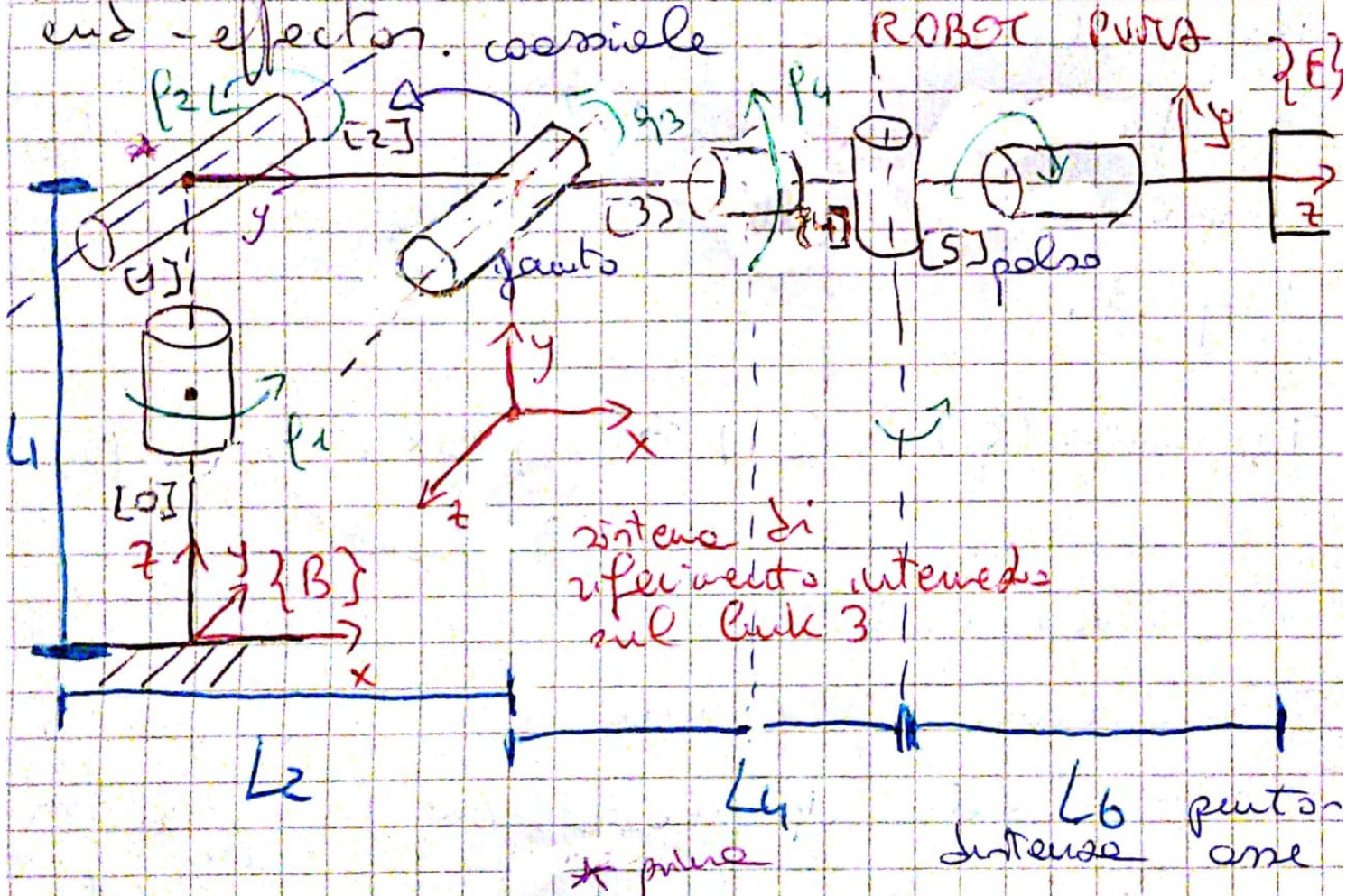
$$T_{BE} = R_z(q_1) D_x(L_1) R_z(p_2) D_x(L_2)^* D_z(p_3) \cdot R_x(180^\circ) \leftarrow$$

•  $R_z(q_1)$

Introducendo  $D_z(p_3)$  si deve tenere conto  
che il modello prevede che la presa sal-  
pa. Per fare il modo che la presa scenda  
si deve effettuare prima una rotazione  
di  $R_x(180^\circ)^*$ . Questa è la posizione  
che si deve ottenere per arrivare alla  
configurazione pianotrice prevista.



one 2 può fare la rotazione del giunto  $p_4$   
 e poi la traslazione in alto per rag-  
 giungere, verticalmente, la punta dello  
 end-effector.



$$T_{BE} = R_z(q_1) D_z(L_1) R_x(+90^\circ) R_z(p_2) D_x(L_2) R_z(p_3) R_x(90^\circ) R(-p_2)$$

one 2 l'incanto di modo da comporre  
 alle rotazioni del giunto  $p_2, p_3$  --  
 rotazione positiva intorno ad  $x$

$$R_y(-90^\circ) R_z(p_4) D_z(-L_4) R_x(-90^\circ)$$



(2) è legato ad (1) da un punto rotoidale  
che ha un asse ortogonale alla leva 2.

Quando  $p_2$  è positivo il corpo (2) ruota  
Per convenzione, l'asse attorno a cui avviene  
la rotazione dell'attuatore è  
l'asse  $z$ .

Quindi si deve trasferire l'asse  $z$  in un  
che coincide con l'asse di punto

Allora si parte  $z$  come uscente dalla  
leva 2.

L'asse  $z$  deve essere allineato lungo il  
punto 4, quindi deve essere spostato di  $-90^\circ$ .  
Con  $R_z(q_4)$  si si sposta sul link 4, solidel-  
mente, per mantenere sempre la stessa  
origine.

Per passare al link 5 si deve spostare  $z$   
lungo l'asse del punto 5, e questo punto  
 $X$  è ancora uscente dalla leva 2.



$$\bullet R_z(95) \cdot R_x(-30) D_z(L_6)$$

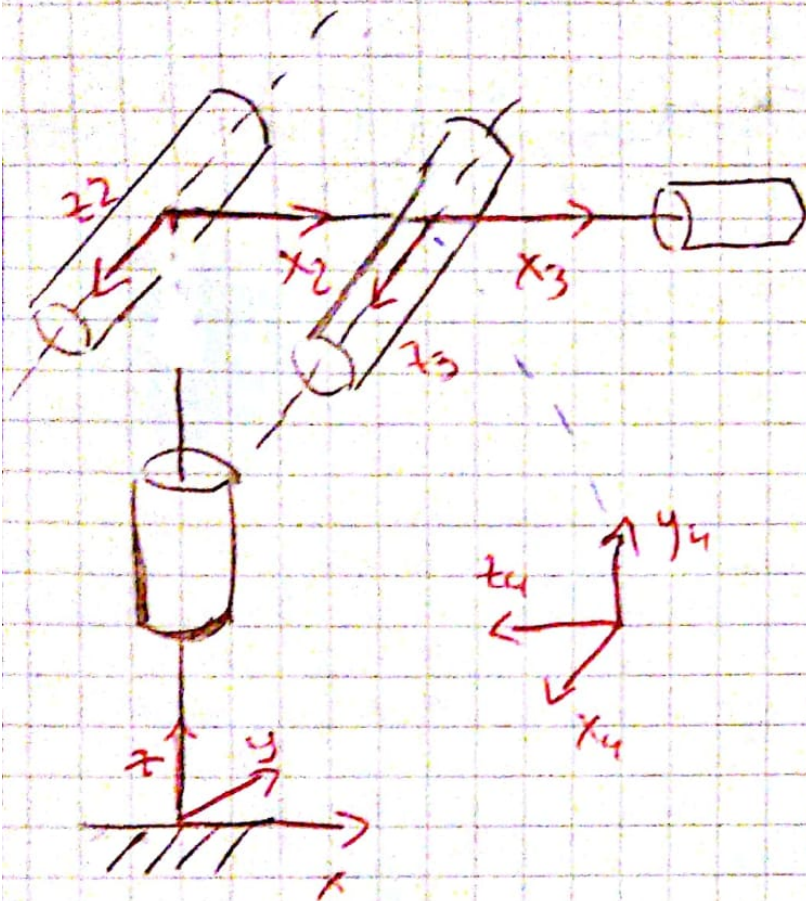
Riscrivendo in numero ordinato, si possono raggruppare le matrici diventando per distinguere, raggruppare i vari sistemi di riferimento.

$$T_{BE} = \underbrace{R_z(p_1)}_{T_{01}} \underbrace{D_z(L_1) R_x(30^\circ) R_z(p_2)}_{T_{12}} \underbrace{D_x(L_2) R_z(p_3)}_{T_{23}} \\ \underbrace{R_y(-90^\circ) R_z(p_4)}_{T_{34}} D_z(-L_4) R_x(-30^\circ) R_z(p_5)$$

$T_{01}$  descrive il sistema di riferimento solo solo al link 1, che permette di passare da (0) a (1)

Nella configurazione base, zero, il S.R. 1 coincide con  $O$  e quindi con  $B$





Disegno dei  
vari sistemi  
di riferimento  
solidali ai link

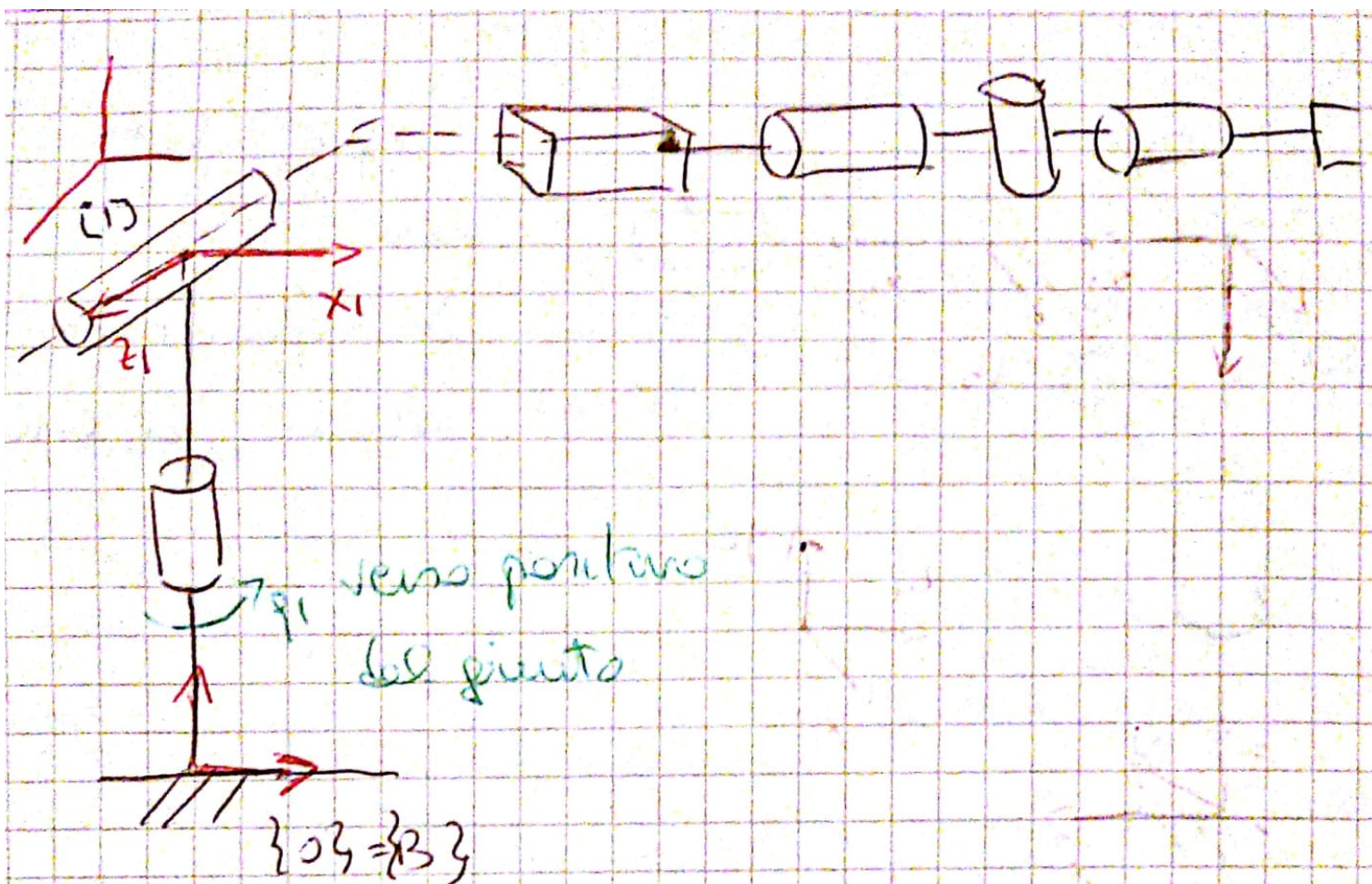
$$\{0\} = \{1\} = \{R\}$$

Altro esempio: MANIPOLATORE DI STANFORD

In questo caso, invece del giunto, si ha  
un accoppiamento articolato - prismatico

L'asse del sistema di riferimento deve  
essere collocato sempre in maniera paral-  
lela e molto vicino, in modo da averlo  
più orientato in maniera corretta, si deve  
solo ruotare attorno all'asse del giunto 7





$$T_{BE} = T_{01} T_{12} T_{23} T_{34} T_{45} T_{56}$$

Trova le varie matrici

$$T_{01} = R_z(p_1) D_z(L_1) R_x(90^\circ)$$

2) base portatore e uscente della lavagna