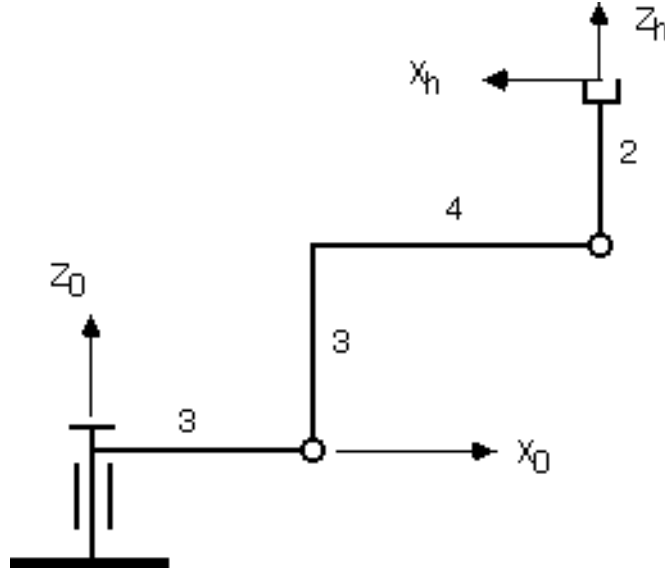


## Compito di Robotica I

Origine: Automazione degli Impianti, 31 Maggio 1989

In Figura è mostrato un robot non planare a giunti rotanti con 3 gradi di libertà. Vengono riportati anche i sistemi di riferimento di base  $SR_0$  e della mano  $SR_h$ . In quest'ultimo, l'asse  $z_h$  disposto secondo la direzione di approccio.



1. Determinare i parametri di Denavit–Hartenberg che caratterizzano le matrici di trasformazione tra i sistemi di riferimento associati ai singoli bracci (si indichi con  $E$  la matrice di trasformazione *costante* che fa passare dal riferimento  $SR_3$  a quello della mano  $SR_h$ )
2. Disegnare la configurazione assunta dal manipolatore in corrispondenza al valore zero delle variabili di giunto.
3. Per  $q_1 = 0$  e  $q_2, q_3$  generiche, fornire le espressioni delle coppie  $u_1, u_2, u_3$  ai giunti che equilibrano in condizioni statiche una forza  $F$  sull'end-effector nei seguenti due casi:

$$F = \begin{pmatrix} 0 \\ F_y \\ 0 \end{pmatrix}; \quad F = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ F_z \end{pmatrix}.$$

4. Caratterizzare esplicitamente in termini di variabili di giunto tutte le singularit di questo braccio e dare una interpretazione fisica delle relative configurazioni.

[120 minuti di tempo; libri aperti]