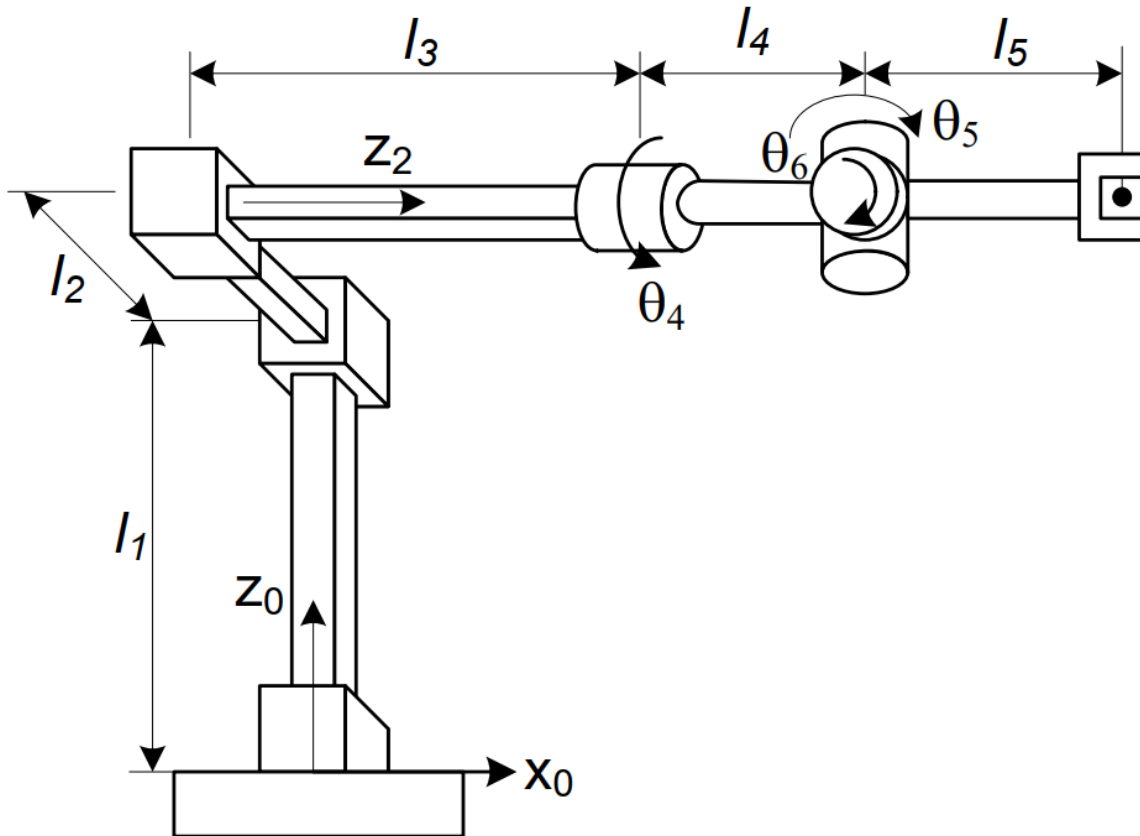


Bài Tập Robot Áp Dụng Phương pháp D-H

Bài 1:



Bài 1

| # | θ | l | d | d | Var |
|---|-----------------------------|-----|-----------------|------------------|------------|
| 1 | 0 | 0 | $\frac{\pi}{2}$ | l_1 | l_1 |
| 2 | $\frac{\pi}{2}$ | 0 | $\frac{\pi}{2}$ | l_2 | l_2 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | l_3 | l_3 |
| 4 | θ_4 | 0 | 0 | l_4 | θ_4 |
| 5 | $-\frac{\pi}{2} - \theta_5$ | 0 | 0 | $-\frac{\pi}{2}$ | θ_5 |
| 6 | θ_6 | 0 | 0 | l_6 | θ_6 |

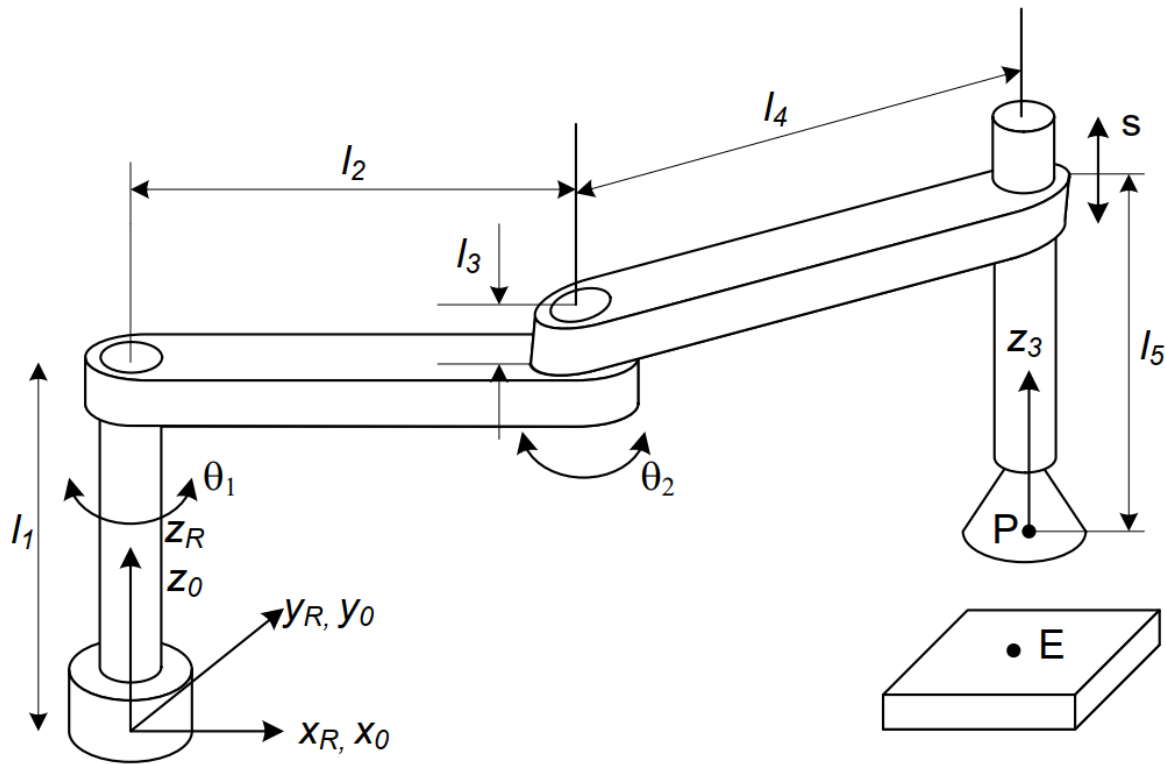
$\Rightarrow {}^0T_6$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & l_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} c_4 - s_4 & 0 & 0 & 0 \\ s_4 & c_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & c_5 & l_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} (c_5 - \theta_5) & 0 & -s(\theta_5 - \frac{\pi}{2}) & 0 \\ -s(\theta_5 - \frac{\pi}{2}) & 0 & (c_5 - \theta_5) & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} c_6 - s_6 & 0 & 0 & 0 \\ s_6 & c_6 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & l_5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_5 c_6 & -s_5 & (c_5 s_6 & (c_5 l_5 + l_6 + l_4 \\ c_4 c_5 c_6 & -s_4 c_5 & (c_4 s_5 c_6 + s_4 l_5 & (c_4 s_5 l_5 + s_4 l_6 + l_3 \\ s_4 s_5 c_6 & -s_4 s_5 & (c_5 & s_4 s_5 l_5 + c_5 l_6 + l_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Bài 2:



Bảng:

| # | θ | l | α | d | Var |
|---|------------|-------|----------|-------------|------------|
| 1 | θ_1 | l_1 | 0 | $l_1 + l_2$ | θ_1 |
| 2 | θ_2 | l_2 | 0 | \odot | θ_2 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | $-l_3$ | |

$$\Rightarrow \vec{O_{T_3}} = \vec{O_1} + \vec{O_2} + \vec{O_3}$$

$$= \begin{bmatrix} C_1 & -S_1 & 0 & (l_1 + l_2)C_1 \\ S_1 & C_1 & 0 & (l_1 + l_2)S_1 \\ 0 & 0 & 1 & l_1 + l_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} C_2 & -S_2 & 0 & l_2 C_2 \\ S_2 & C_2 & 0 & l_2 S_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -l_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{12} & -S_{12} & 0 & l_2 C_{12} + l_1 C_1 \\ S_{12} & C_{12} & 0 & l_2 S_{12} + l_1 S_1 \\ 0 & 0 & 1 & l_1 + l_2 - l_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} P_x = l_1 \cos(\theta_1 + \theta_2) + l_2 \cos(\theta_2) = A \\ P_y = l_1 \sin(\theta_1 + \theta_2) + l_2 \sin(\theta_2) = B \\ P_z = l_1 + l_2 - l_3 \end{cases}$$

*) Bài toán ngược

$$P_x^2 + P_y^2 = l_1^2 + l_2^2 + 2l_1 l_2 C_2$$

$$\Rightarrow C_2 = \frac{A^2 + B^2}{l_1^2 + l_2^2 + 2l_1 l_2} \Rightarrow S_2 = \sqrt{1 - C_2^2}$$

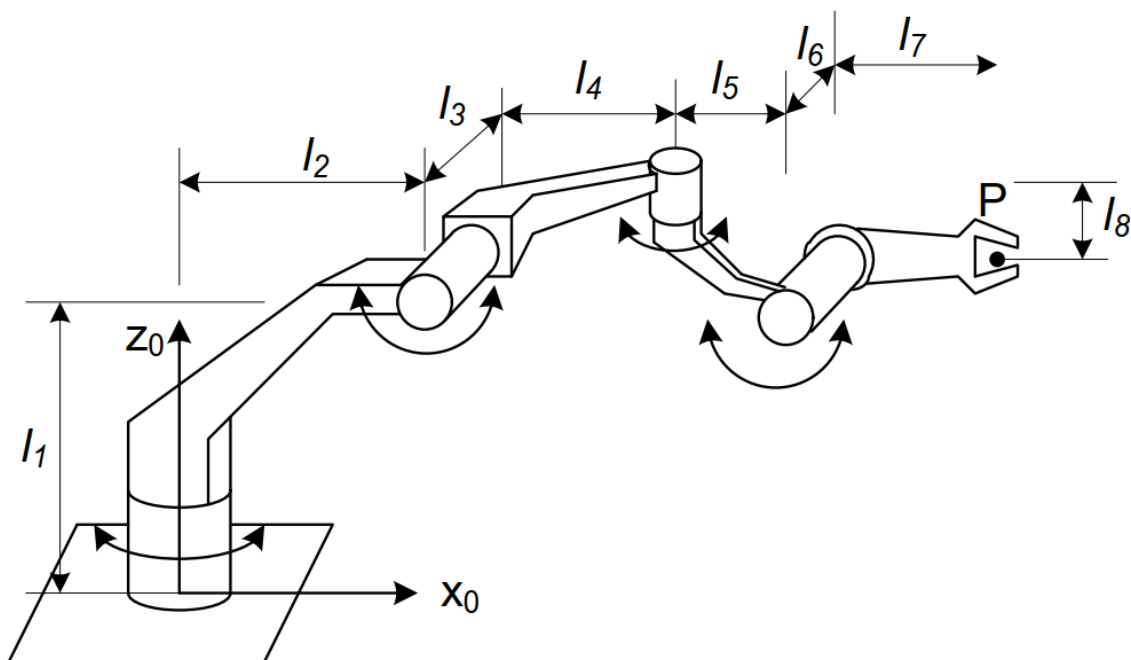
Phân tích A, B

$$\begin{cases} A = l_1 (\cos \theta_1) \cos \theta_2 - \sin \theta_1 \sin \theta_2 + l_2 \cos \theta_2 \\ B = l_1 (\sin \theta_1) \cos \theta_2 + \cos \theta_1 \sin \theta_2 + l_2 \sin \theta_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} A = C_1 (l_1 l_2 + l_2) + S_1 (l_1 l_2) \\ B = C_1 (l_1 l_2) + S_1 (l_1 l_2 + l_2) \end{cases}$$

$$\Rightarrow T_{ax1} = \frac{B(l_1 l_2 + l_2) + A(l_1 l_2)}{A(l_1 l_2 + l_2) + B(l_1 l_2)}$$

Bài 3:



Phân tích A, B

$$\begin{cases} A = l_1 (\cos \theta_1) \cos \theta_2 - \sin \theta_1 \sin \theta_2 + l_2 \cos \theta_1 \\ B = l_1 (\sin \theta_1 \cos \theta_2 + \cos \theta_1 \sin \theta_2) + l_2 \sin \theta_1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} A = C_1 (l_1 \cos \theta_2) + S_1 (l_2 \cos \theta_1) \\ B = C_1 (l_1 \sin \theta_2) + S_1 (l_2 \sin \theta_1) \end{cases}$$

$$\Rightarrow T_{\text{axis}} = \frac{B(l_1 \cos \theta_2) + A(l_2 \sin \theta_1)}{A(l_1 \cos \theta_2 + l_2) + B(l_2 \sin \theta_1)}$$

Bảng 3:

| # | θ | l | α | d |
|---|------------|-------|------------------|-------|
| 1 | θ_1 | l_1 | $\frac{\pi}{2}$ | l_1 |
| 2 | θ_2 | l_2 | $-\frac{\pi}{2}$ | l_2 |
| 3 | θ_3 | l_3 | $-\frac{\pi}{2}$ | l_3 |
| 4 | θ_4 | l_4 | π | l_4 |

$\Rightarrow T_{\text{axis}}$

$$= \begin{bmatrix} C_1 & 0 & S_1 & l_1 C_1 \\ S_1 & 0 & -C_1 & l_1 S_1 \\ 0 & 1 & 0 & l_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} C_2 & 0 & -S_2 & l_2 C_2 \\ S_2 & 0 & C_2 & l_2 S_2 \\ 0 & 0 & -1 & l_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

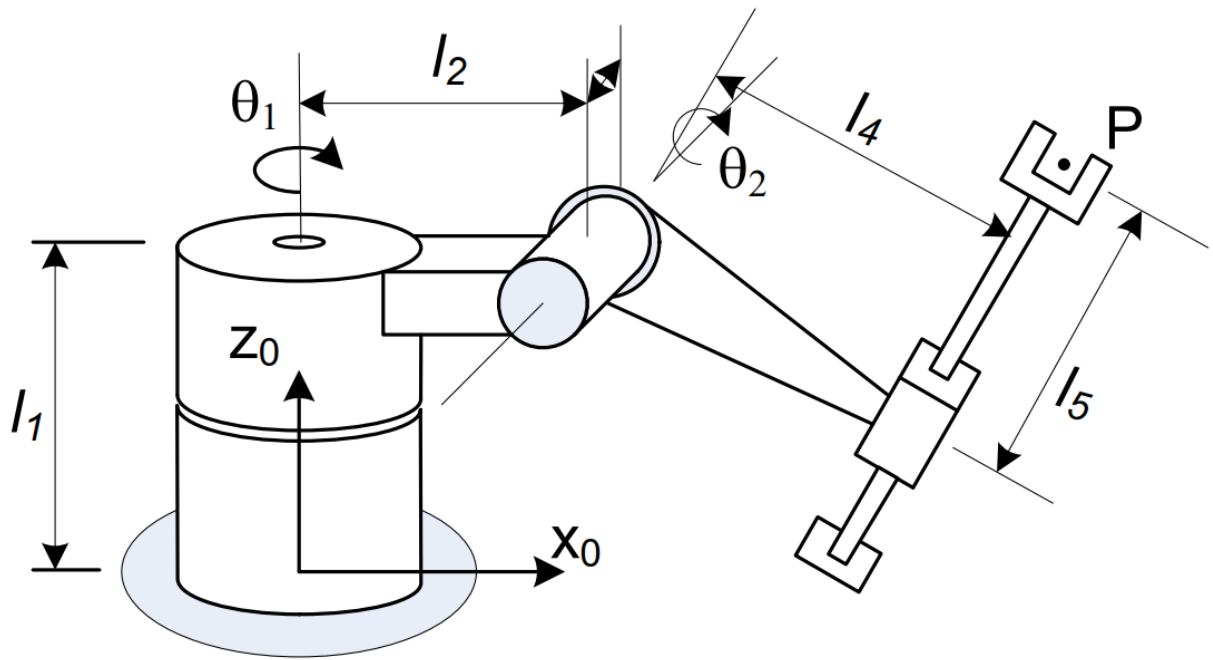
$$\times \begin{bmatrix} C_3 & 0 & -S_3 & l_3 C_3 \\ S_3 & 0 & C_3 & l_3 S_3 \\ 0 & -1 & 0 & -l_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} C_4 & S_4 & 0 & l_4 C_4 \\ S_4 & -C_4 & 0 & l_4 S_4 \\ 0 & 0 & -1 & l_5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Tiến học tử - Hậu học văn

Quang Tâm

$$ap = \begin{bmatrix} l_1 (l_2 S_2 S_3 - S_1 S_4) + l_1 (-l_2 S_2 S_3 - S_1 S_4) + l_2 (l_1 l_2 S_2 S_3 - S_1 S_4) \\ l_2 (S_1 l_2 S_3 - l_1 S_4) + l_1 (-S_1 l_2 S_3 + C_1 S_4) + l_3 (l_1 l_2 S_3 - C_1 S_4) \\ -l_2 l_3 S_3 + l_1 S_4 S_3 - (S_1 S_2 l_3 + l_4 - S_1 l_4 - l_5 S_2) \end{bmatrix}$$

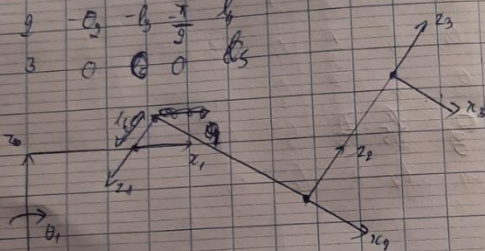
Bài 4:



$$ap = \begin{bmatrix} l_2 (c_2 s_1 - s_2 s_1) + l_3 (-c_2 s_1 - s_2 s_1) + l_4 (c_2 c_1 - s_2 s_1) + c_1 l_2 l_3 \\ l_2 (s_2 c_1 c_2 - c_2 c_1) + l_3 (-s_2 c_1 c_2 + c_2 c_1) + l_4 (c_1 c_2 c_2 - c_1 c_2) \\ -l_2 c_2 s_1 + l_3 s_2 s_1 - c_2 s_2 l_3 + l_4 - s_2 l_2 - l_3 s_1 \end{bmatrix}$$

Đm 4a

| | θ | l | d |
|---|-------------|-------|-----------------|
| 1 | $-\theta_1$ | l_1 | $\frac{\pi}{2}$ |
| 2 | $-\theta_2$ | l_2 | $\frac{\pi}{2}$ |
| 3 | 0 | 0 | θ_3 |



$$\Rightarrow {}^0T_3 = {}^0T_1 \cdot {}^1T_2 \cdot {}^2T_3 \cdot {}^3T_4$$

$$= \begin{bmatrix} c_1 & 0 & -s_1 & l_1 c_1 \\ -s_1 & 0 & 0 & -l_1 s_1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} c_2 & 0 & -s_2 & l_2 c_2 \\ -s_2 & 0 & c_2 & -l_2 s_2 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} c_3 & 0 & -s_3 & l_3 c_3 \\ -s_3 & 0 & c_3 & -l_3 s_3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} l_1 s_1 - s_1 l_3 = l_1 c_2 s_2 \\ s_1 l_1 l_2 = s_1 l_2 + c_1 l_3 - l_3 s_2 s_2 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} c_1 c_2 & s_1 & -c_1 s_2 & c_1 l_1 l_2 + s_1 l_3 + l_1 l_2 \\ -s_1 c_2 & -c_1 & s_1 s_2 & -s_1 l_1 l_2 - l_3 s_1 - c_1 l_3 \\ 0 & 0 & c_2 & -l_1 s_2 + l_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

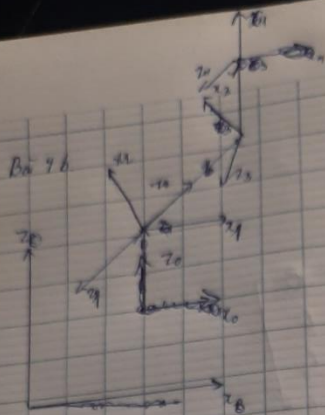
$$= \begin{bmatrix} -c_1 c_2 & s_1 & c_1 s_2 & l_3 c_1 + l_3 s_1 + l_1 c_1 s_2 - l_3 c_1 s_2 \\ -s_1 c_2 & -c_1 & s_1 s_2 & -l_1 s_1 s_2 + l_3 s_1 s_2 - l_3 s_1 - c_1 l_3 \\ 0 & 0 & c_2 & l_1 - l_1 s_2 + l_3 s_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Tâm

Tiên học lễ - Hậu học văn

Quang Tâm

Bài 5:



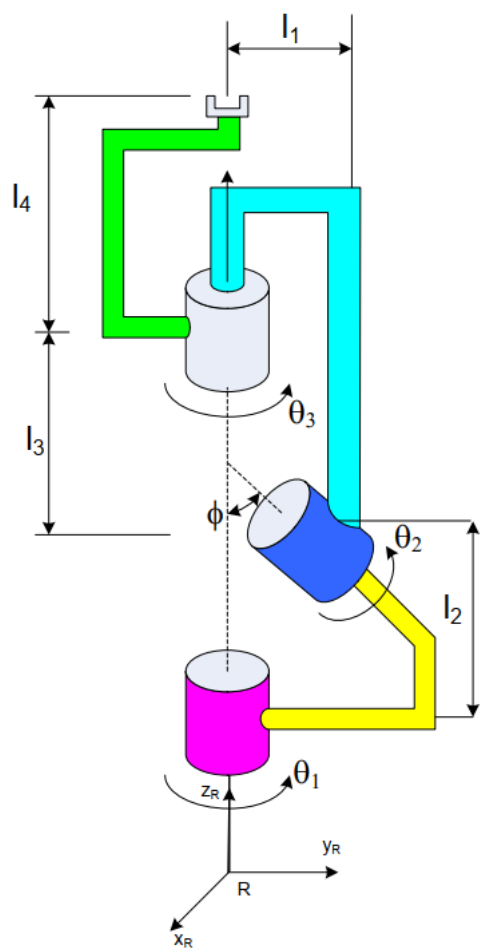
| # | θ | ℓ | d |
|---|----------------------------|--------|-----------------|
| 1 | θ_1 | 0 | $\frac{\pi}{2}$ |
| 2 | $\theta_2 = \frac{\pi}{2}$ | 0 | $\frac{\pi}{2}$ |
| 3 | 0 | 0 | $\frac{\pi}{2}$ |
| 4 | $\theta_4 = \frac{\pi}{2}$ | 0 | 0 |

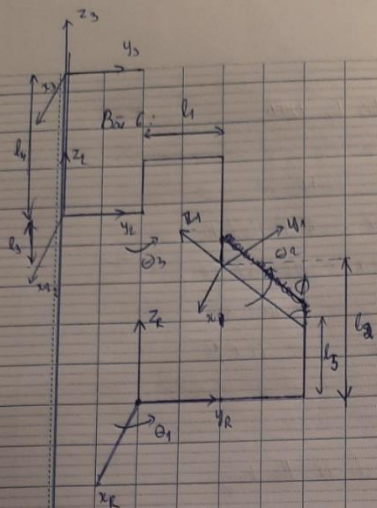
$$op = \begin{bmatrix} 0 & 0 & s_1 & 0 \\ s_1 & 0 & -c_1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} -s_2 & 0 & c_2 & 0 \\ c_2 & 0 & s_2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & l_1 \cdot l_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} -s_4 & -c_4 & 0 & l_4 \\ c_4 & -s_4 & 0 & l_4 \cdot l_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} C_1 C_3 l_2 - l_2 S_1 - C_1 C_2 (l_4 - l_5) \\ S_1 C_3 l_2 + l_1 S_1 + l_2 C_1 - S_1 C_2 (l_4 - l_5) \\ l_3 + (l_4 + l_5) S_1 - S_2 l_2 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Bài 6:





Hệ trục từ 0 sang trục 1 ta có ma trận chuyển vi:

- Hệ chuyển động quay quanh trục z 1 góc θ_1
- Hệ chuyển động tịnh tiến theo trục y 1 đoạn $(l_1 + (l_2 - l_3) \cdot \tan \theta)$
- Hệ chuyển động tịnh tiến theo trục z 1 đoạn l_2
- Hệ chuyển động quay quanh trục x 1 góc θ
- Hệ tịnh tiến theo trục z 1 đoạn $\frac{l_2 - l_3}{\cos \theta}$

$$\Rightarrow T_1 = R(z; \theta_1) \cdot T(0; l_1 + (l_2 - l_3) \tan \theta; 0) \cdot T(0; 0; l_2) \cdot R(x; \theta) \cdot T(0; 0; \frac{l_2 - l_3}{\cos \theta})$$

$$= \begin{bmatrix} C_1 & -C_1 S_1 & S_1 S_1 & (C_1 S_1 \frac{(l_2 - l_3)}{\cos \theta} - S_1 (l_1 + \tan \theta (l_2 - l_3))) \\ S_1 & C_1 S_1 & -C_1 S_1 & C_1 (l_1 + \tan \theta (l_2 - l_3)) - C_1 \tan \theta (l_2 - l_3) \\ 0 & S_1 & C_1 & l_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Từ trục 1 sang trục 2 ta có ma trận chuyển vi 0T_2

- Hệ chuyển động quay quanh trục z 1 góc θ_2
- Hệ chuyển động tịnh tiến theo z 1 đơn vị l_2
- Hệ chuyển động quay quanh trục x 1 góc θ_3
- Hệ chuyển động tịnh tiến theo y 1 đơn vị l_3

$$\Rightarrow {}^0T_2 = {}^0T_1 \cdot {}^1T_2 = {}^0T_1 \cdot R(z; \theta_2) \cdot R(x; \theta_3) \cdot T(0, 0, l_2) \cdot T(0, l_3, 0)$$

$$= \begin{bmatrix} C_2 C_3 & -C_2 S_3 & C_2 l_2 & 0 \\ C_2 S_3 & C_2 C_3 & C_2 l_2 & 0 \\ S_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} C_2 C_3 & -C_2 S_3 & C_2 l_2 & 0 \\ C_2 S_3 & C_2 C_3 & C_2 l_2 & 0 \\ S_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Từ trục 2 sang trục 3.

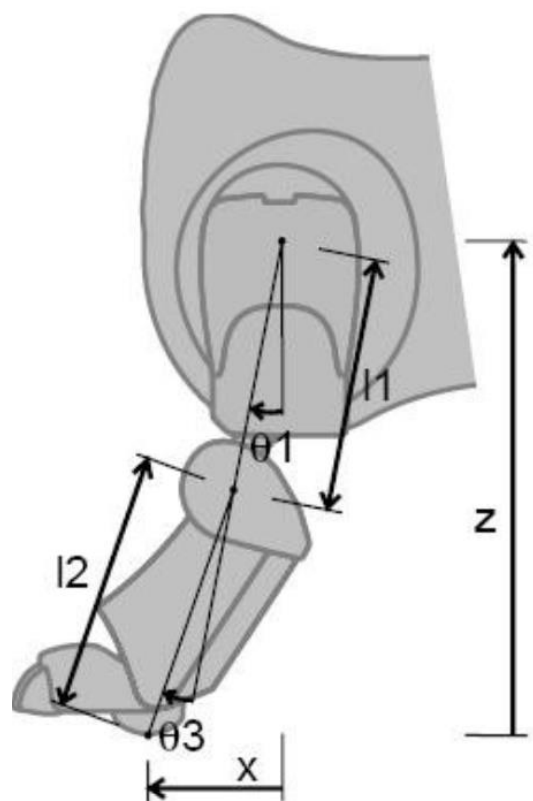
- Hệ chuyển động quay quanh trục z 1 góc θ_3
- Hệ chuyển động tịnh tiến theo z 1 đơn vị l_4

$$\Rightarrow {}^0T_3 = {}^0T_2 \cdot R(z; \theta_3) \cdot T(0, 0, l_4)$$

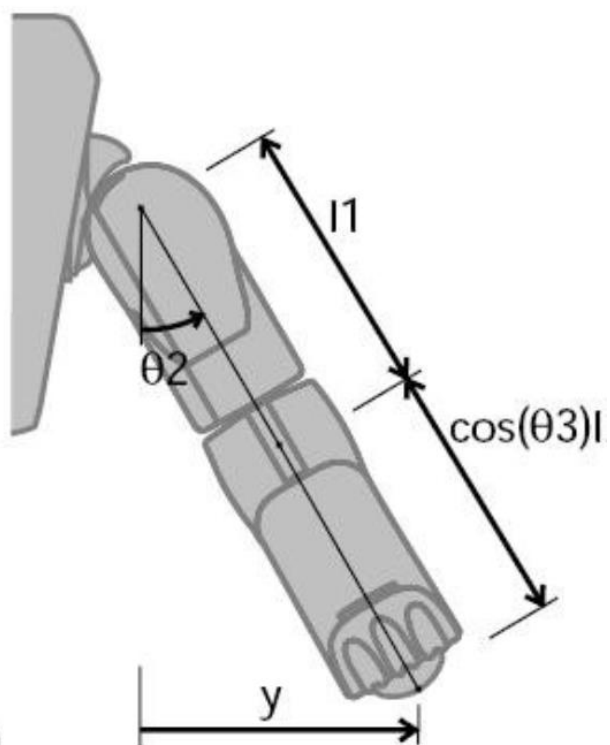
Vậy kết quả ma trận của hệ là

$${}^0P = {}^0T_3 \cdot {}^3P = \begin{bmatrix} (l_2 S_2 - l_3 C_2 + l_4 S_2) C_3 & (l_2 S_2 - l_3 C_2 + l_4 S_2) S_3 & (l_2 C_2 + l_3 S_2 + l_4 C_2) C_3 & (l_2 C_2 + l_3 S_2 + l_4 C_2) S_3 \\ (l_2 C_2 + l_3 S_2 + l_4 C_2) C_3 & (l_2 C_2 + l_3 S_2 + l_4 C_2) S_3 & (l_2 S_2 - l_3 C_2 + l_4 S_2) C_3 & (l_2 S_2 - l_3 C_2 + l_4 S_2) S_3 \\ l_2 + l_3 (C_2 S_2 + 1 - C_2) & l_3 (C_2 S_2 + 1 - C_2) & l_2 + l_3 (C_2 C_2 + 1 - C_2) & l_3 (C_2 C_2 + 1 - C_2) \\ 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Bài 7:



b)



Bài 7:

- Hệ chuyển động quay quanh trục y 1 góc θ_1
- Hệ chuyển động quay quanh trục z 1 góc θ_2
- Hệ chuyển động tịnh tiến theo phẩy z 1 đơn vị l_1

→ Ma trận chuyển từ trục 0 đến trục 1: ${}^0T_1 = R(\theta_1, y) \cdot R(\theta_2, z) \cdot T(0, 0, l_1)$

$${}^0T_1 = \begin{bmatrix} c_1 & 0 & s_1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -s_1 & 0 & c_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & c_2 & -s_2 & 0 \\ 0 & s_2 & c_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} c_1 & s_1 s_2 & s_1 c_2 & 0 \\ 0 & c_2 & -s_2 & 0 \\ -s_1 & c_1 s_2 & c_1 c_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1 & s_1 s_2 & s_1 c_2 & s_1 l_1 c_2 \\ 0 & c_2 & -s_2 & -s_1 l_1 s_2 \\ -s_1 & c_1 s_2 & c_1 c_2 & c_1 l_1 c_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- Hệ chuyển động quay quanh trục y 1 góc θ_3
- Hệ chuyển động tịnh tiến theo z 1 đơn vị l_2 trục O_3

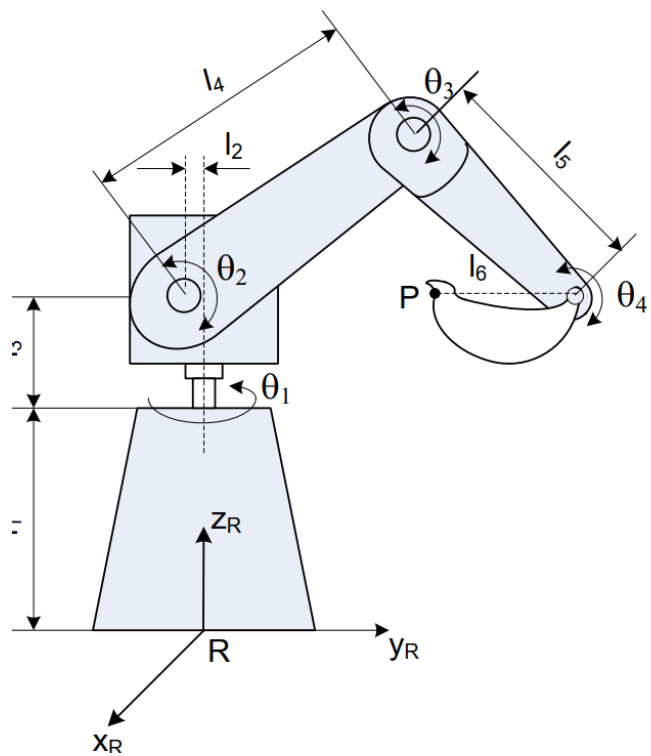
$$\rightarrow {}^0T_3 = {}^0T_1 \cdot {}^1T_3 = \begin{bmatrix} c_1 & s_1 s_2 & s_1 c_2 & s_1 l_1 c_2 \\ 0 & c_2 & -s_2 & -s_1 l_1 s_2 \\ -s_1 & c_1 s_2 & c_1 c_2 & c_1 l_1 c_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_3 & 0 & s_3 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -s_3 & 0 & c_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} c_1 c_3 - c_3 s_1 s_2 & s_1 s_2 & c_1 s_3 + c_3 s_1 c_2 & l_2 (c_1 s_3 + c_3 s_1 c_2) \\ s_1 c_3 - c_3 c_1 s_2 & c_2 & -s_1 s_3 + c_3 c_1 c_2 & l_2 (s_1 c_3 - c_3 c_1 c_2) \\ -c_1 c_3 - c_3 s_1 c_2 & c_1 s_2 & c_1 c_3 - s_1 s_3 & l_2 (-c_1 c_3 - c_3 s_1 c_2) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

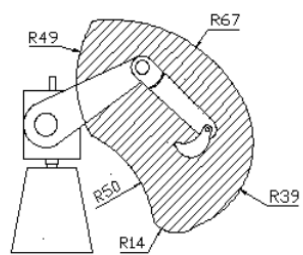
Tiền học tử - Hậu học văn

Quang Tâm

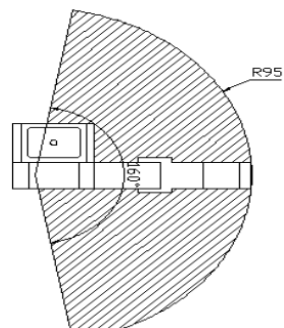
Bài 8:



Chiếu cạnh



Chiếu bằng



Bài 8:

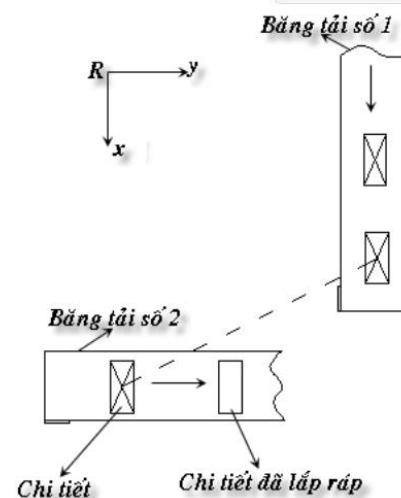
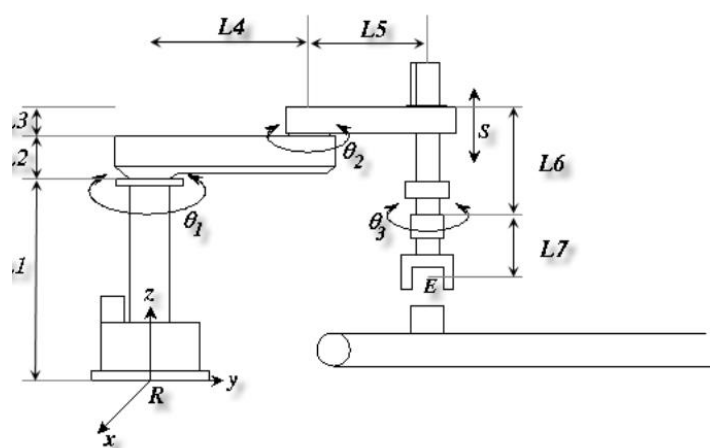
- Hệ chuyển động tịnh tiến theo z 1 đơn vị l_1
- Hệ chuyển động quay quanh z 1 góc θ_1
- Hệ chuyển động tịnh tiến theo x 1 đơn vị l_2
- Hệ chuyển động quay quanh x 1 góc θ_2
- Hệ chuyển động tịnh tiến theo y 1 đơn vị l_3
- Hệ chuyển động quay quanh y 1 góc θ_3
- Hệ chuyển động tịnh tiến theo x 1 đơn vị l_4
- Hệ chuyển động quay quanh x 1 góc θ_4
- Hệ chuyển động tịnh tiến theo y 1 đơn vị l_5
- Hệ chuyển động quay quanh y 1 góc θ_5

Mà cần chuyển vị từ trục 1 đến trục 0 của hệ ta

$$\rightarrow {}^0P = T(0, l_1, 0) \cdot R(z, \theta_1) \cdot T(0, l_2, 0) \cdot T(0, l_3, 0) \\ \cdot R(x, \theta_2) \cdot T(0, l_4, 0) \cdot R(x, \theta_3) \cdot T(0, l_5, 0) \\ \cdot R(y, \theta_4) \cdot T(0, l_6, 0) \cdot {}^{10}P$$

$$= \begin{bmatrix} -\sin \theta_1 (l_5 \cos (\theta_2 + \theta_3) - l_2 + l_4 \cos \theta_2 + l_6 \cos (\theta_2 + \theta_3 + \theta_4)) \\ \cos \theta_1 (l_5 \cos (\theta_2 + \theta_3) - l_2 + l_4 \cos \theta_2 + l_6 \cos (\theta_2 + \theta_3 + \theta_4)) \\ l_1 + l_3 + l_5 \sin (\theta_2 + \theta_3) + l_4 \sin \theta_2 + l_6 \sin (\theta_2 + \theta_3 + \theta_4) \\ 1 \end{bmatrix}$$

Bài 9:



Bài 9

Hệ chuyển động tịnh tiến theo z 1 đoạn l_1

Hệ chuyển động quay quanh z 1 góc θ_1

Hệ chuyển động tịnh tiến theo z 1 đoạn l_2

Hệ chuyển động tịnh tiến theo y 1 đoạn l_4

Hệ chuyển động quay quanh z 1 góc θ_2

Hệ chuyển động tịnh tiến theo z 1 đoạn l_3

Hệ chuyển động tịnh tiến theo y 1 đoạn l_5

Hệ chuyển động tịnh tiến theo z 1 đoạn $-l_6$

Hệ chuyển động quay quanh z 1 góc θ_3

Hệ chuyển động tịnh tiến theo z 1 đoạn $-l_7$

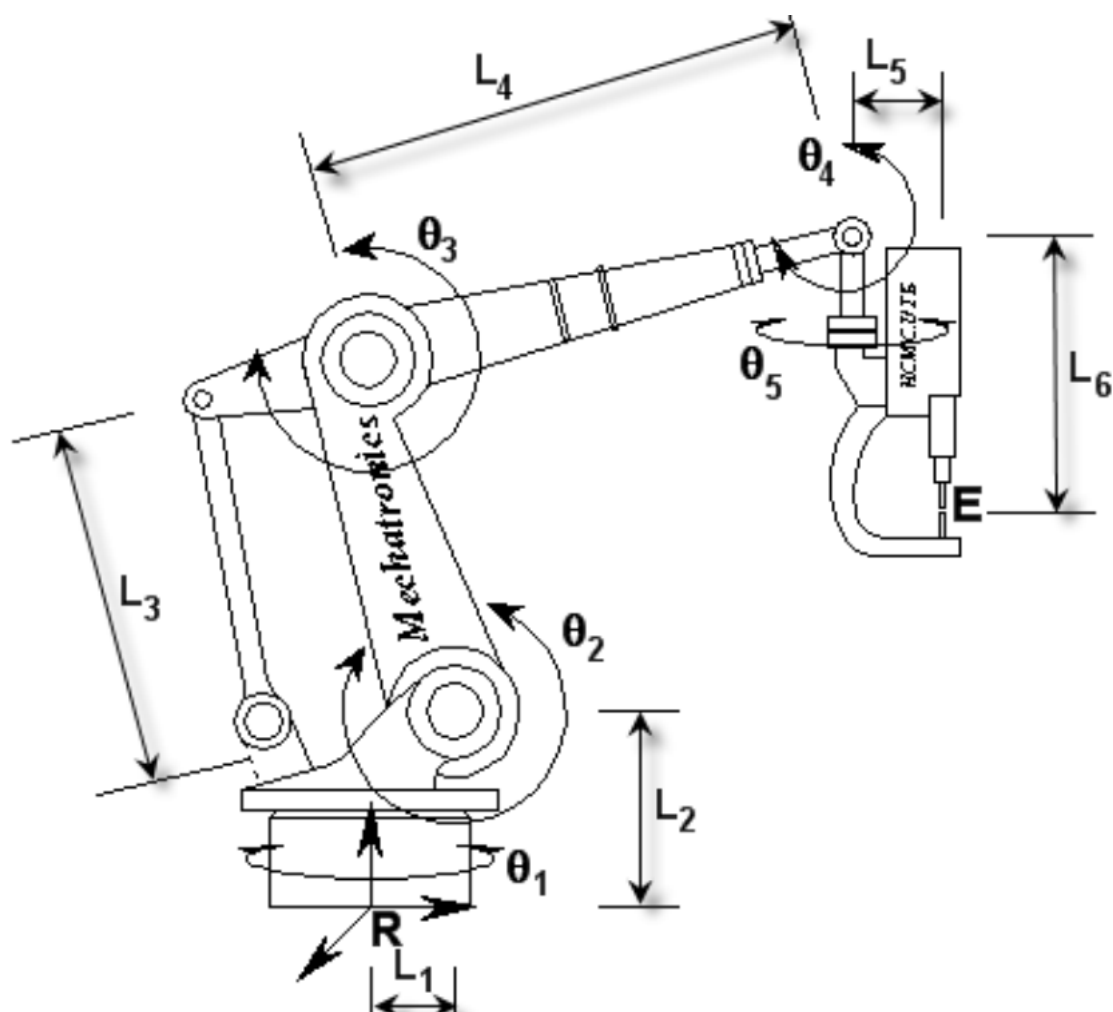
Màu trục chuyển vị của hệ l_1 :

$${}^0P = T(0; 0; l_1) \cdot R(z; \theta_1) \cdot T(0; 0; l_2) \cdot T(0; l_4; 0)$$

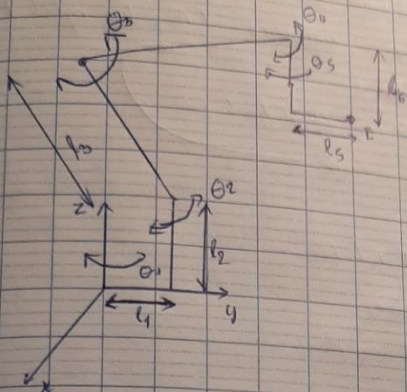
$$\cdot R(z; \theta_2) \cdot T(0; 0; l_3) \cdot T(0; l_5; 0) \cdot T(0; 0; -l_6)$$

$$\cdot R(z; \theta_3) \cdot T(0; 0; l_7) \cdot {}^{10}P$$

$$= \begin{bmatrix} -l_5 \sin(\theta_1 + \theta_2) - l_4 \sin(\theta_1) \\ l_5 \cos(\theta_1 + \theta_2) + l_4 \cos(\theta_1) \\ l_1 + l_2 + l_3 - l_6 - l_7 \\ 1 \end{bmatrix}$$



Bảng 10.



- Hệ chuyển động quay quanh z 1 góc θ_1
- Hệ chuyển động tịnh tiến theo y 1 đoạn l_1
- Hệ chuyển động tịnh tiến theo z 1 đoạn l_2
- Hệ chuyển động quay quanh x 1 góc θ_2
- Hệ chuyển động tịnh tiến theo z 1 đoạn l_2
- Hệ chuyển động quay quanh x 1 góc θ_3
- Hệ chuyển động tịnh tiến theo y 1 đoạn l_3
- Hệ chuyển động quay quanh x 1 góc θ_4
- Hệ chuyển động tịnh tiến theo z 1 đoạn $-l_5$
- Hệ chuyển động quay quanh z 1 góc θ_5
- Hệ chuyển động tịnh tiến theo y 1 đoạn l_5

Ma trận chuyển vị của hệ là:

$${}^0P_5 = \begin{bmatrix} l_3 S_1 S_2 & -l_5 S_1 & -l_4 C_2 S_1 & -l_5 (C_1 S_3 + C_{23} C_5 S_4) & -l_5 S_{23} S_4 \\ l_1 C_1 + l_4 C_2 C_1 & -l_3 C_1 S_2 & -l_5 S_1 S_3 + l_4 S_{23} C_1 & l_5 C_{23} C_5 & \\ l_2 + l_4 (S_{23} S_4 - C_{23} C_4) & l_4 S_{23} & l_3 C_1 + l_5 C_5 (C_{23} S_4 + S_{23} C_4) & \\ & 1 & & \end{bmatrix}$$

Quang Tâm

Tiến học tử - Hậu học văn