

ĐỀ THI HỌC KỲ I 2018-2019
MÔN: ROBOT CÔNG NGHIỆP

LỚP: **CD TĐ 16A,B**

Ngày thi: .../.../.....

Thời gian: 90 phút (Không kể thời gian chép/phát đề thi)

-----Thí sinh được sử dụng giáo trình và máy tính cá nhân-----

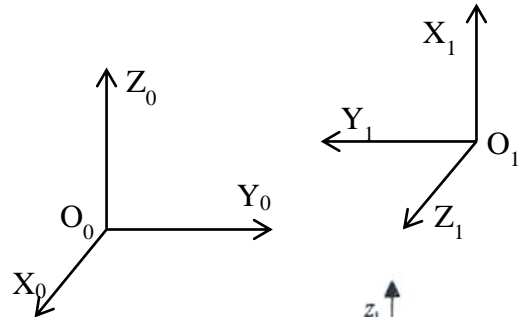
ĐỀ BÀI

Câu 1: (3 điểm)

Cho hai hệ trục $O_0x_0y_0z_0$ và $O_1x_1y_1z_1$ như hình vẽ. Trong hệ trục $O_0x_0y_0z_0$: véc tơ $O_0O_1 = [2,3,4]^T$.

Biết điểm A có tọa độ trong hệ trục $Ox_1y_1z_1$ là $[a, b, c]^T$, với abc là 3 chữ số cuối của mã số sinh viên của thí sinh. Hãy xác định:

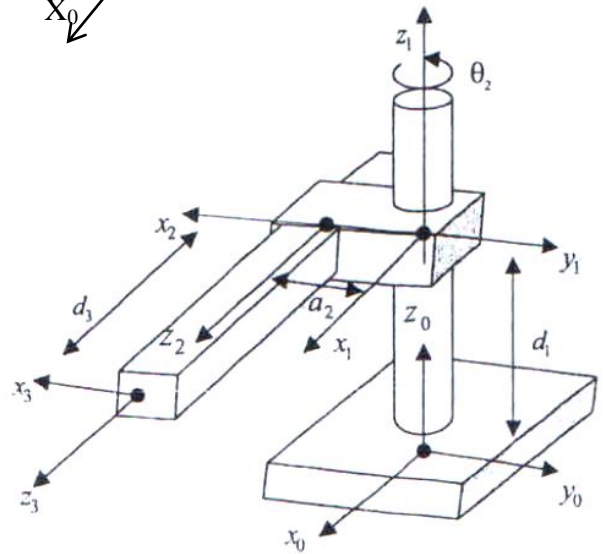
- Ma trận chuyển đổi đồng nhất H_0^1 ? (2đ)
- Tọa độ điểm A trong hệ trục $Ox_0y_0z_0$? (1đ)



Câu 2: (4 điểm)

Cho tay máy robot như hình vẽ bên, với các biến khớp $0.1 \leq d_1 \leq 1m$, $0 \leq \theta_2 \leq 2\pi$, $0.1 \leq d_3 \leq 0.7m$. Cho $a_2 = 0.1m$.

- Xác định bảng thông số D-H? (1đ)
- Xác định phương trình vị trí đầu công tác theo các biến khớp? (3đ)



Câu 3: (3 điểm)

Cho tay máy robot SCARA như hình vẽ. Với: $d_1 = 1m$, $d_2 = 0.7m$, $d_3 = 0.5m$, $0.1 \leq d_4 \leq 1m$. Với các hệ trục tọa độ đã cho, tọa độ đầu công tác như sau:

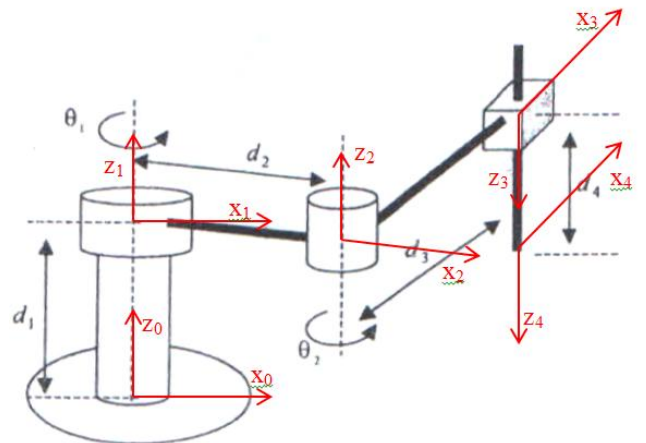
$$P_0 = \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_2 \cos \theta_1 + d_3 \cos(\theta_1 + \theta_2) \\ d_2 \sin \theta_1 + d_3 \sin(\theta_1 + \theta_2) \\ d_1 - d_4 \end{bmatrix}$$

Nghiệm phương trình như sau:

$$\begin{cases} \theta_2 = a \tan 2(\sqrt{1 - \alpha^2}, \alpha) \\ \theta_1 = a \tan 2(p_y \beta - p_x \gamma, p_y \gamma + p_x \beta) \\ d_4 = d_1 - p_z \end{cases}$$

Với:

$$\alpha = \frac{p_x^2 + p_y^2 - d_2^2 - d_3^2}{2d_2d_3}; \quad \beta = d_2 + d_3\alpha; \quad \gamma = d_3\sqrt{1 - \alpha^2}$$



- a) Xác định vị trí ban đầu của đầu công tác P_0 khi giá trị các biến khớp $\theta_1 = 0^0$, $\theta_2 = 0^0$, $d_3=0.1m$? (0.5đ)
- b) Cho biết cơ cấu truyền động của các khớp được điều khiển bằng cách cấp xung điều khiển có độ phân giải như sau:
- Khớp tịnh tiến 1: $N_1 = 100000$ xung/vòng.
 - Khớp quay 2: $N_2 = 100000$ xung/vòng.
 - Khớp tịnh tiến 3: $N_3 = 5000$ xung/5mm
- Xác định số xung cần điều khiển cho từng khớp để vị trí đầu công tác di chuyển từ điểm ban đầu P_0 đến điểm $P_1 = [0.5, 0.5, 0.5]^T$? (2.5đ)

TP HCM, ngày 18 tháng 12 năm 2018

TRƯỞNG BỘ MÔN

GIÁO VIÊN RA ĐỀ

TS. Đặng Đắc Chi

Th.S Nguyễn Hoàng Duy

GIẢI ĐỀ THI HỌC KỲ I 2018-2019
MÔN: ROBOT CÔNG NGHIỆP
LỚP: CĐ TD 16A,B
Ngày thi: .../.../.....

Câu		Điểm
1a	<p><i>Cách 1: Tính theo định nghĩa ma trận chuyển đổi đồng nhất.</i> Tính ma trận xoay:</p> $R_0^1 = \text{roty}(90^0) \cdot \text{rotz}(180^0)$ $= \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$ <p>Véc tơ tịnh tiến hệ trục là: $P_0^1 = [2 \ 3 \ 4]^T$ Xác định ma trận H_0^1 theo định nghĩa:</p> $H_0^1 = \begin{bmatrix} R_0^1 & P_0^1 \\ [0 \ 0 \ 0] & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & -1 & 0 & 3 \\ 1 & 0 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	<p>1</p> <p>1</p>
	<p><i>Cách 2: Tính theo ma trận chuyển đổi đồng nhất cơ sở.</i></p> $H_0^m = \text{Trans}([2 \ 3 \ 4]^T) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 1 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ $H_m^n = H_y(90^0) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ $H_n^1 = H_z(30^0) = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ $H_0^1 = H_0^m \cdot H_m^n \cdot H_n^1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & -1 & 0 & 3 \\ 1 & 0 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	<p>0.5</p> <p>0.5</p> <p>0.5</p> <p>0.5</p>
1b	<p>Toạ độ của điểm A là:</p> $A_0 = H_0^1 \cdot A_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 2 \\ 0 & -1 & 0 & 3 \\ 1 & 0 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c+2 \\ -b+3 \\ c+4 \\ 1 \end{bmatrix}$	<p>1</p>

2a	Bảng thông số DH: <table border="1" data-bbox="240 136 703 338"> <thead> <tr> <th>Khâu</th> <th>θ_i</th> <th>d_i</th> <th>a_i</th> <th>α_i</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0^0</td> <td>d_1</td> <td>0</td> <td>0^0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>$\theta_2 - 90^0$</td> <td>0</td> <td>a_2</td> <td>-90^0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0^0</td> <td>d_3</td> <td>0</td> <td>0^0</td> </tr> </tbody> </table> Đặt $\theta_k = \theta_2 - 90^0$	Khâu	θ_i	d_i	a_i	α_i	1	0^0	d_1	0	0^0	2	$\theta_2 - 90^0$	0	a_2	-90^0	3	0^0	d_3	0	0^0	1
Khâu	θ_i	d_i	a_i	α_i																		
1	0^0	d_1	0	0^0																		
2	$\theta_2 - 90^0$	0	a_2	-90^0																		
3	0^0	d_3	0	0^0																		
2b	Xác định ma trận chuyển đổi đồng nhất DH như sau: $H_0^1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; H_1^2 = \begin{bmatrix} c_k & 0 & -s_1 & a_2 c_k \\ s_k & 0 & c_k & a_2 s_k \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$ $H_2^3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ $DH = H_0^1 H_1^2 H_2^3 = \begin{bmatrix} c_k & 0 & -s_1 & a_2 c_k - d_3 s_k \\ s_k & 0 & c_k & d_3 c_k + a_2 s_k \\ 0 & -1 & 0 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ <p>Từ ma trận DH, ta suy ra phương trình vị trí đầu công tác:</p> $P_0 = \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_2 c_k - d_3 s_k \\ d_3 c_k + a_2 s_k \\ d_1 \end{bmatrix}$	0.25; 0.5 0.25 1.5 0.5																				
3a	Thay các giá trị các biến khớp vào phương trình vị trí, ta có tọa độ đầu công tác là: $P(0^0, 0^0, 0.1) = \begin{bmatrix} 0.7 \cos 0^0 + 0.5 \cos 0^0 \\ 0.7 \sin 0^0 + 0.5 \sin 0^0 \\ 1 - 0.1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.2 \\ 0 \\ 0.9 \end{bmatrix}$	0.5																				
3b	Xác định giá trị các biến khớp khi đầu công tác ở vị trí $P_1 = [0.5, 0.5, 0.5]^T$ là $\begin{cases} \theta_2 = a \tan 2(\sqrt{1 - \alpha^2}, \alpha) = 110.051^0 \\ \theta_1 = a \tan 2(p_y \beta - p_x \gamma, p_y \gamma + p_x \beta) = 3.375^0 \\ d_4 = d_1 - p_z = 0.5 \end{cases}$ Giá trị thay đổi các biến khớp để đầu công tác di chuyển từ P_0 đến P_1 là: $\begin{cases} \Delta \theta_1 = 3.375^0 - 0^0 = 3.375^0 \\ \Delta \theta_2 = 110.051^0 - 0^0 = 110.051^0 \\ \Delta d_4 = 0.5 - 0.1 = 0.4(m) \end{cases}$ Suy ra số xung cần cấp cho từng khớp là: $\begin{cases} \Delta \theta_1 \cdot N_1 = 3.375^0 * 100000 / 360^0 \approx 938 \\ \Delta \theta_2 \cdot N_2 = 110.051^0 * 100000 / 360^0 \approx 30570 \\ \Delta d_4 \cdot N_3 = 400 * 1000 = 400000 \end{cases}$	1 0.5 1																				

TP HCM, ngày 18 tháng 12 năm 2018

TRƯỞNG BỘ MÔN

GIÁO VIÊN GIẢI ĐỀ

TS. Đặng Đắc Chi

Th.S Nguyễn Hoàng Duy