

**ĐỀ THI HỌC KỲ PHỤ HK2 2018-2019**  
**MÔN: ROBOT CÔNG NGHIỆP**  
**LỚP: HKP-HK2**

Ngày thi: 26/04/2019

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

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

----

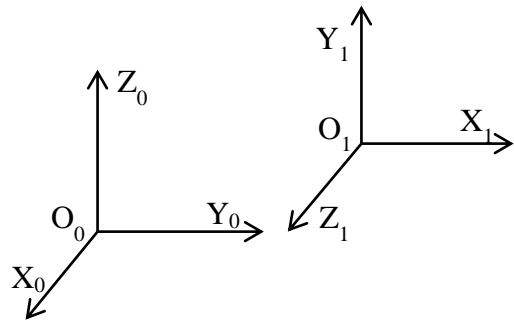
**ĐỀ BÀI**

**Câu 1: (2 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  $O_0O_1 = [1, 2, 3]^T$ .

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:

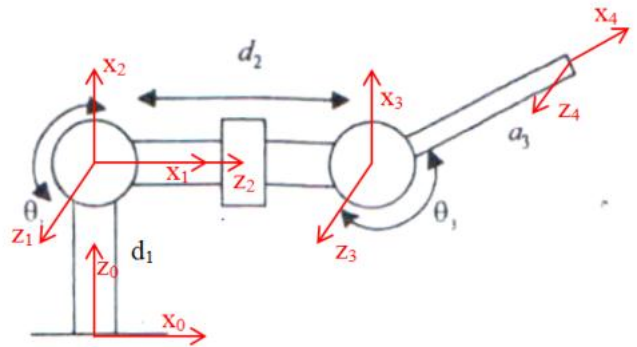
- Ma trận chuyển đổi đồng nhất  $H_0^1$ ? (1.5đ)
- Tọa độ điểm A trong hệ trục  $Ox_0y_0z_0$ ? (0.5đ)



**Câu 2: (4 điểm)**

Cho tay máy robot như hình vẽ bên, các biến khớp gồm  $\theta_1, d_2, \theta_3$ . Cho  $d_1=1m, a_3=0.3m$ .

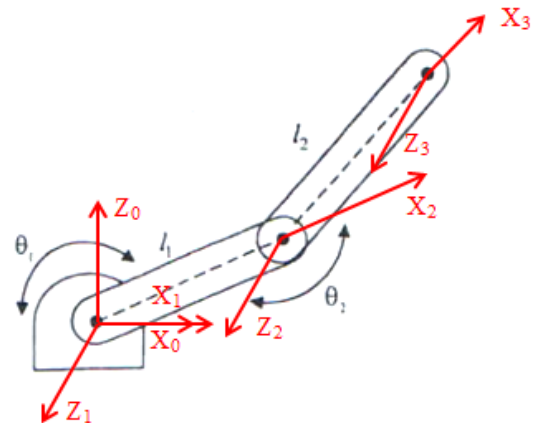
- Xác định bảng thông số D-H? (1đ)
- Xác định ma trận DH? (2.5đ)
- Xác định phương trình vị trí đầu công tác theo các biến khớp? (0.5đ)



**Câu 3: (4 điểm)**

Cho tay máy robot 2 khâu với 2 khớp xoay như hình bên. Biết  $l_1=0.5m, l_2=0.4m$ .

- Xác định phương trình vị trí đầu công tác? (2đ)
- Xác định vị trí đầu công tác trong hệ trục gốc  $x_0y_0z_0$  khi biết giá trị các biến khớp ở vị trí ban đầu  $\theta_1 = 0^\circ, \theta_2 = 0^\circ$ ? (0.5đ)
- Cho nghiệm động học ngược vị trí của tay máy trên như sau:



$$\begin{cases} \theta_1 = a \tan 2\left(\beta, \sqrt{p_x^2 + p_z^2 - \beta^2}\right) - a \tan 2(p_x, p_z) \\ \theta_2 = a \tan 2\left(\sqrt{1 - \alpha^2}, \alpha\right) \end{cases}, \text{ với: } \begin{cases} \alpha = \frac{p_x^2 + p_z^2 - l_1^2 - l_2^2}{2l_1 l_2} \\ \beta = \frac{p_x^2 + p_z^2 + l_1^2 - l_2^2}{2l_1} \end{cases}$$

Xác định sự thay đổi giá trị của các biến khớp  $\theta_1, \theta_2$  khi đầu công tác di chuyển từ toạ độ A[0.3, 0, 0.3] đến điểm B[0.4, 0, 0.4]? (1,5đ)

-----  
TP HCM, ngày 19 tháng 04 năm 2019

**TRƯỞNG BỘ MÔN**

**GIÁO VIÊN RA ĐỀ**

Th.S Nguyễn Hoàng Duy

**ĐÁP ÁN ĐỀ THI HỌC KỲ PHỤ HK2 2018-2019**  
**MÔN: ROBOT CÔNG NGHIỆP**  
**LỚP: HKP-HK2**  
**Ngày thi: 26/04/2019**

Câu		Điểm																									
<b>1a</b>	<p>Tính theo định nghĩa ma trận chuyển đổi đồng nhất. Tính ma trận xoay:</p> $R_0^1 = \text{rot}x(90^0) \cdot \text{roty}(90^0) = \text{roty}(90^0) \cdot \text{rot}z(90^0) = \text{rot}z(90^0) \cdot \text{rot}x(90^0) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ <p>Véc tơ tịnh tiến hệ trục là: <math>P_0^1 = [1 \ 2 \ 3]^T</math> Xác định ma trận <math>H_0^1</math> theo định nghĩa:</p> $H_0^1 = \begin{bmatrix} & R_0^1 & P_0^1 \\ [0 & 0 & 0] & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	<b>1</b>      <b>0.5</b>																									
<b>1b</b>	<p>Toạ độ của điểm A là:</p> $A_0 = H_0^1 \cdot A_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 0 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c+1 \\ a+2 \\ b+3 \\ 1 \end{bmatrix}$	<b>0.5</b>																									
<b>2a</b>	<p>Bảng thông số DH:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Khâu</th> <th><math>\theta_i</math></th> <th><math>d_i</math></th> <th><math>a_i</math></th> <th><math>\alpha_i</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td><math>0^0</math></td> <td><math>d_1</math></td> <td>0</td> <td><math>90^0</math></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td><math>\theta_1</math></td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>90^0</math></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td><math>0^0</math></td> <td><math>d_2</math></td> <td>0</td> <td><math>-90^0</math></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td><math>\theta_3</math></td> <td>0</td> <td><math>a_3</math></td> <td><math>0^0</math></td> </tr> </tbody> </table>	Khâu	$\theta_i$	$d_i$	$a_i$	$\alpha_i$	1	$0^0$	$d_1$	0	$90^0$	2	$\theta_1$	0	0	$90^0$	3	$0^0$	$d_2$	0	$-90^0$	4	$\theta_3$	0	$a_3$	$0^0$	<b>1</b>
Khâu	$\theta_i$	$d_i$	$a_i$	$\alpha_i$																							
1	$0^0$	$d_1$	0	$90^0$																							
2	$\theta_1$	0	0	$90^0$																							
3	$0^0$	$d_2$	0	$-90^0$																							
4	$\theta_3$	0	$a_3$	$0^0$																							
<b>2b</b>	<p>Xác định ma trận chuyển đổi đồng nhất DH như sau:</p> $H_0^1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; H_1^2 = \begin{bmatrix} c_1 & 0 & s_1 & 0 \\ s_1 & 0 & -c_1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$ $H_2^3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; H_3^4 = \begin{bmatrix} c_3 & -s_3 & 0 & a_3 c_3 \\ s_1 & c_3 & 0 & a_3 s_3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	<b>0.25;</b> <b>0.25</b>   <b>0.25;</b> <b>0.25</b>																									

	$DH = H_0^1 H_1^2 H_2^3 H_3^4 = \begin{bmatrix} c_{13} & -s_{13} & 0 & d_2 s_1 + a_3 c_{13} \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ s_{13} & c_{13} & 0 & d_1 - d_2 c_1 + a_3 s_{13} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$	<b>1.5</b>																				
<b>2c</b>	<p>Từ ma trận DH, ta suy ra phương trình vị trí đầu công tác:</p> $P_0 = \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d_2 s_1 + a_3 c_{13} \\ 0 \\ d_1 - d_2 c_1 + a_3 s_{13} \end{bmatrix}$	<b>0.5</b>																				
<b>3a</b>	<p><b>Bảng thông số DH:</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Khâu</th> <th><math>\theta_i</math></th> <th><math>d_i</math></th> <th><math>a_i</math></th> <th><math>\alpha_i</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td><math>0^0</math></td> <td>0</td> <td>0</td> <td><math>90^0</math></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td><math>\theta_1</math></td> <td>0</td> <td><math>l_1</math></td> <td><math>0^0</math></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td><math>\theta_2</math></td> <td>0</td> <td><math>l_2</math></td> <td><math>0^0</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>Xác định ma trận chuyển đổi đồng nhất <math>DH</math> như sau:</p> $H_0^1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; H_1^2 = \begin{bmatrix} c_1 & -s_1 & 0 & l_1 c_1 \\ s_1 & c_1 & 0 & l_1 s_1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$ $H_2^3 = \begin{bmatrix} c_2 & -s_2 & 0 & l_2 c_2 \\ s_2 & c_2 & 0 & l_2 s_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ $DH = H_0^1 H_1^2 H_2^3 = \begin{bmatrix} c_{12} & -s_{12} & 0 & l_1 c_1 + l_2 c_{12} \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ s_{12} & c_{12} & 0 & l_1 s_1 + l_2 s_{12} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ <p>Từ ma trận DH, ta suy ra phương trình vị trí đầu công tác:</p> $P_0 = \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_1 c_1 + l_2 c_{12} \\ 0 \\ l_1 s_1 + l_2 s_{12} \end{bmatrix}$	Khâu	$\theta_i$	$d_i$	$a_i$	$\alpha_i$	1	$0^0$	0	0	$90^0$	2	$\theta_1$	0	$l_1$	$0^0$	3	$\theta_2$	0	$l_2$	$0^0$	<p><b>0.5</b></p> <p><b>0.25;</b> <b>0.25;</b></p> <p><b>0.25</b></p> <p><b>0.5</b></p> <p><b>0.25</b></p>
Khâu	$\theta_i$	$d_i$	$a_i$	$\alpha_i$																		
1	$0^0$	0	0	$90^0$																		
2	$\theta_1$	0	$l_1$	$0^0$																		
3	$\theta_2$	0	$l_2$	$0^0$																		
<b>3b</b>	<p>Vị trí đầu công tác ở vị trí ban đầu là:</p> $P_0(0^0, 0^0) = \begin{bmatrix} l_1 + l_2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.9 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	<b>0.5</b>																				
<b>3c</b>	<p>Giá trị các biến khớp khi đầu công tác ở vị trí A = [0.3, 0, 0.3]<sup>T</sup> là</p> $\begin{cases} \theta_1 = 7.70^\circ \\ \theta_2 = 125.10^\circ \end{cases}$ <p>Giá trị các biến khớp khi đầu công tác ở vị trí B = [0.4, 0, 0.4]<sup>T</sup> là</p>	<b>0.5</b>																				

$\begin{cases} \theta_1 = 19.96^\circ \\ \theta_2 = 103.00^\circ \end{cases}$	<b>0.5</b>
<p>Giá trị thay đổi các biến khớp để đầu công tác di chuyển từ A đến B là:</p> $\begin{cases} \Delta\theta_1 = 19.96^\circ - 7.70^\circ = 12.26^\circ \\ \Delta\theta_2 = 103.00^\circ - 125.10^\circ = -22.10^\circ \end{cases}$	<b>0.5</b>

-----  
TP HCM, ngày 19 tháng 04 năm 2019

**TRƯỞNG BỘ MÔN**

**GIÁO VIÊN GIẢI ĐỀ**

Th.S Nguyễn Hoàng Duy