

**ĐỀ THI HỌC KỲ I**  
**MÔN: ROBOT CÔNG NGHIỆP**

Thời gian: 90 phút (Không kể thời gian phát đề)  
(Sinh viên được phép sử dụng phần mềm Matlab 30 phút cuối giờ)

Họ và tên:..... MSSV: .....

**Cho K là 2 số cuối của mã số sinh viên. Sinh viên chú ý sử dụng K tiến hành giải các câu hỏi của đề thi.**

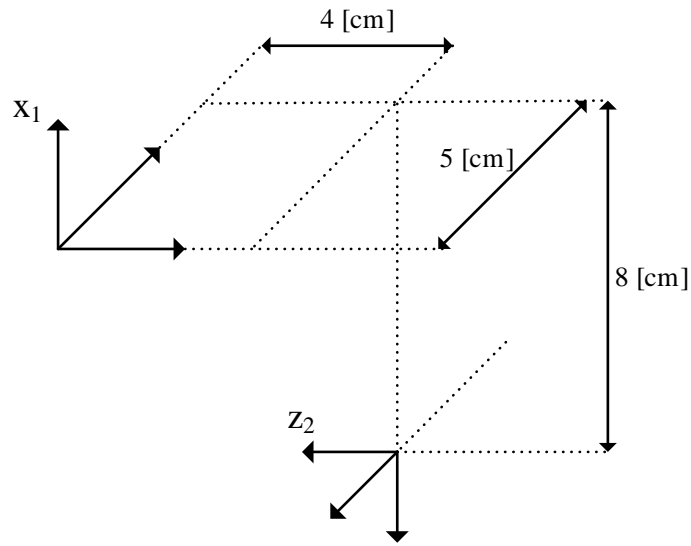
**(Lưu ý: Nếu K là giá trị truyền vào các hàm lượng giác thì K sẽ có đơn vị là độ)**

**Câu 1:** (2.0đ) Tìm ma trận chuyển đổi đồng nhất từ hệ tọa độ A sang hệ tọa độ B biết:

- Phép tịnh tiến toàn phần lần lượt là:
  - Tịnh tiến trục x một đoạn  $4K$  [mm]
  - Tịnh tiến trục y một đoạn  $2K$  [mm]
  - Tịnh tiến trục z một đoạn  $3K$  [mm]
- Phép xoay toàn phần:
  - Xoay trục z một góc  $K$  [độ] sau đó xoay trục x một góc  $-K$  [độ]

**Câu 2:** (2.0đ) Cho hệ trục Robot chưa hoàn chỉnh như hình bên:

- a) Hoàn chỉnh các hệ trục tọa độ theo nguyên tắc của hệ trục tọa độ Descartes và Tìm  $H_1^2$  (1.0đ)
- b) Cho điểm B có giá trị tọa độ trong hệ tọa độ số 2 là  ${}^2B = [-5; -4; -3]$ , em hãy tìm tọa độ của điểm B trong hệ tọa độ số 1 [ ${}^1B = ?$ ] (1.0đ)



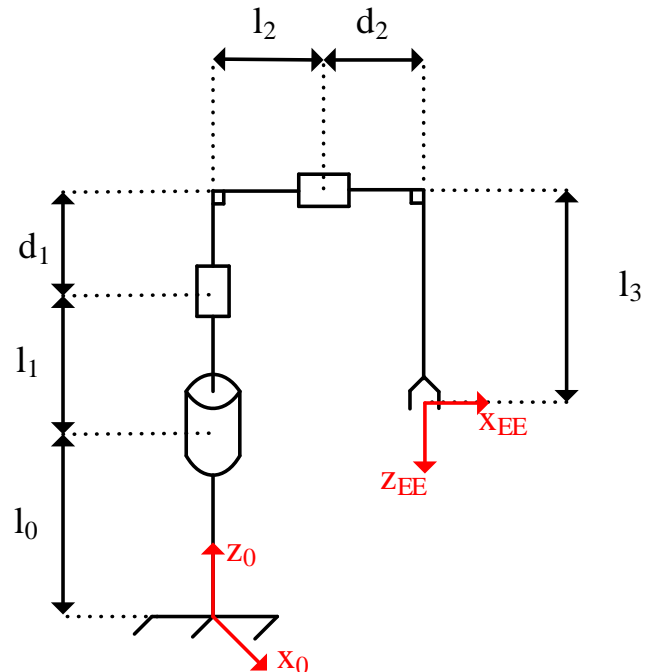
**Câu 3:** (2.0đ) Cho Robot có cơ cấu như hình và các thông số của robot như hình bên, với các biến khớp lần lượt là:  $\theta_1, d_1, d_2$

$$l_0 = 100[mm] \quad l_1 = 50 [mm]$$

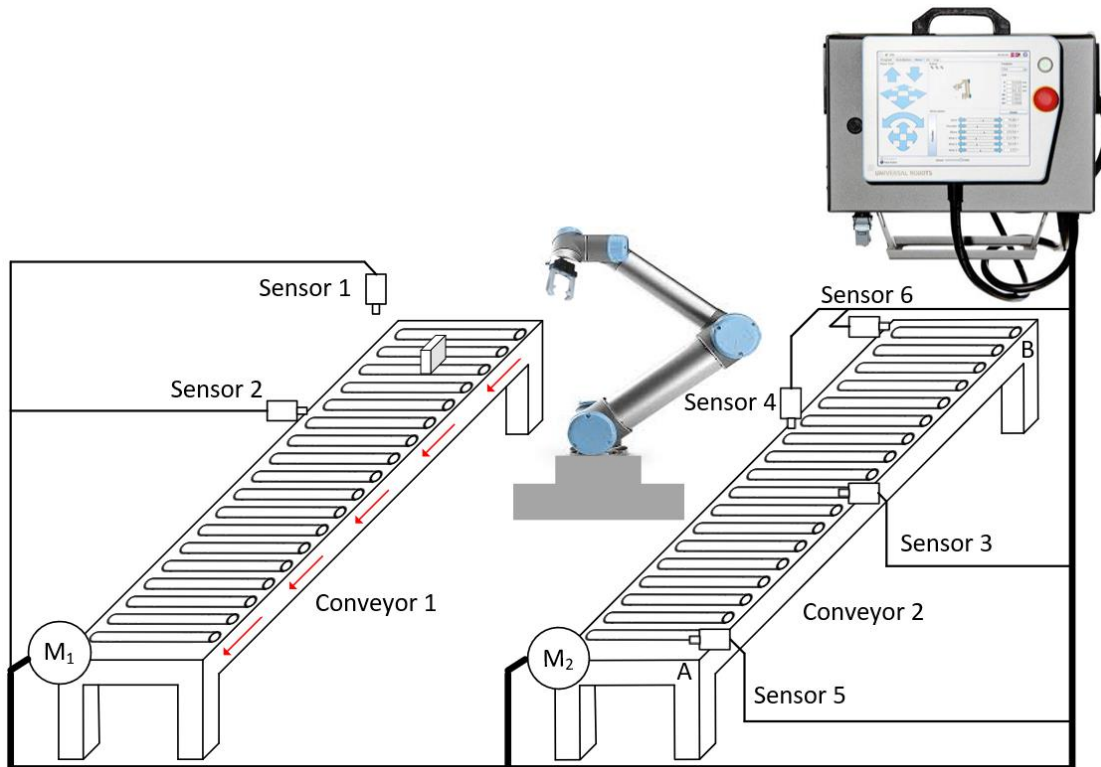
$$l_2 = 50 [mm] \quad l_3 = 100 [mm]$$

- a) Đặt hệ trục tọa độ Descartes đầy đủ theo nguyên tắc của Denavit – Hartenberg cho hệ robot và thành lập bảng thông số Denavit – Hartenberg đầy đủ cho hệ Robot. (1.5đ)

- b) Tìm vị trí  $P_{EE}$  dạng tổng quát và vị trí  $P_{EE}$  khi
  - $l_0 = 100[mm] \quad l_1 = 50 [mm]$
  - $l_2 = 50 [mm] \quad l_3 = 100 [mm]$
 (0.5đ)



**Câu 4:** (4.0đ) Cho hệ thống Robot loại bỏ phôi lỗi bằng đầu tay gắp sử dụng tay máy robot UNIVERSAL UR5 như hình sau:



Biết 2 băng tải được 2 động cơ không đồng bộ 3 pha truyền động, chu trình sử dụng cảm biến có đặc tính như sau: Sensor 1 và Sensor 4 là camera xử lý ảnh trả về điện áp 0 [VDC] khi sản phẩm tốt và trả về điện áp là 24 [VDC] khi sản phẩm bị lỗi. (Xem như ngưỡng lỗi đã được điều chỉnh sẵn). Sensor 2, 3, 5, 6 là các cảm biến quang khuếch tán loại NPN và vị trí của cảm biến hay khoảng cách giữa các phôi đã được tính toán sau đó đặt ở vị trí phù hợp với tốc độ của băng tải. Ngoài ra hệ thống có kết nối thêm 1 nút dừng khẩn cấp (E\_STOP) và 2 cảm biến an toàn (Safe Sensor) loại PNP (12VDC) cả 3 thiết bị trên đều kết nối trực tiếp vào tủ robot. Yêu cầu của chu trình hoạt động như sau:

Băng tải 1 hoạt động chuyển phôi đi vào liên tục, bất cứ khi nào Sensor 1 báo có xuất hiện sản phẩm lỗi và sản phẩm lỗi vào đúng vị trí tác động của Sensor 2 thì dừng băng tải và cho robot gấp sản phẩm lỗi từ băng tải số 1 sang băng tải số 2 để phân loại mức độ lỗi. Ngay khi sản phẩm lỗi đã được gấp đi thì cho phép băng tải 1 hoạt động trở lại. Robot quay về vị trí Home ban đầu để chờ phôi lỗi tiếp theo. Đồng thời Sensor 3 tác động báo hiệu phôi lỗi đã được đưa đến thì lúc này xét trạng thái cảm biến 4 để phân loại mức độ lỗi như sau:

+ Sensor 4 trả về mức điện áp là 0 [VDC] thì lỗi nặng chuyển phôi về phía đầu B để tiêu hủy.

+ Sensor 4 trả về mức điện áp là 24 [VDC] thì lỗi nhẹ chuyển phôi về phía băng tải A để tái tạo. Sensor 5 và 6 là 2 cảm biến ở 2 đầu A và B của băng tải 2 báo hiệu sản phẩm lỗi đã được chuyển ra khỏi quy trình phân loại (Quy ước chiều thuận của băng tải là chuyển động về hướng A của băng tải số 2)

- Vẽ bảng tên địa chỉ I/O và sơ đồ đấu dây cho cảm biến, băng tải với tủ điều khiển robot. (1.0đ)
- Vẽ xác định các điểm chuyển động và sơ đồ quỹ đạo chuyển động của đầu tay gấp (0.5đ)
- Viết chương trình nhánh (Thread) điều khiển các băng tải (0.5đ)
- Viết chương trình chính điều khiển tay máy robot theo chu trình nêu trên. (2.0đ)



Tính  ${}^1B$ :

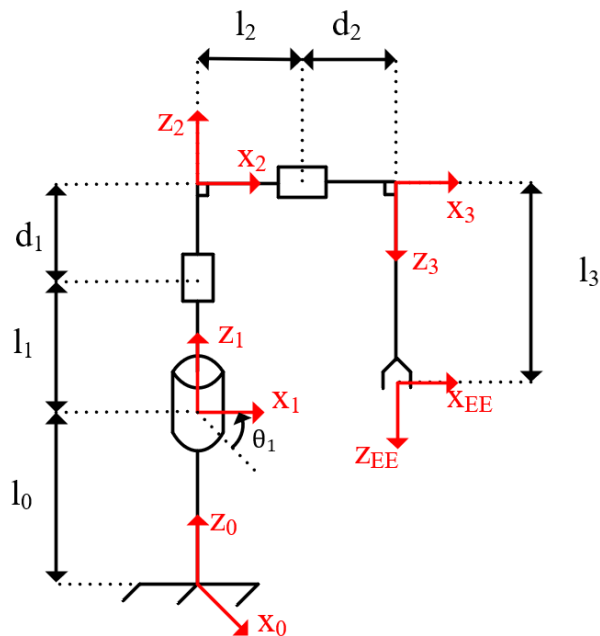
$$\begin{bmatrix} {}^1B \\ 1 \end{bmatrix} = H_1^2 \times \begin{bmatrix} {}^2B \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & -8 \\ 0 & 0 & -1 & 4 \\ 0 & -1 & 0 & 5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} -5 \\ -4 \\ -3 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -3 \\ 7 \\ 9 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow {}^1B = \begin{bmatrix} -3 \\ 7 \\ 9 \end{bmatrix} = [-3 \ 7 \ 9]^T$$

1.0 đ

3

a) Hệ tọa độ được đặt như hình sau:



Tổng: 2đ

0.25 đ

Do là bài toán đa nghiệm nên đáp số bên dưới sẽ được trình bày ở dạng tổng quát

b) Bảng D-H:

$z_{i-1}z_i x_i$	$i$	$a_i$	$\alpha_i$	$d_i$	$\theta_i$	$x_{i-1}x_i z_{i-1}$
$z_0 z_1 x_1$	1	0	0	$l_0$	$\theta_1$	$x_0 x_1 z_0$
$z_1 z_2 x_2$	2	0	0	$l_1 + d_1$	0	$x_1 x_2 z_1$
$z_2 z_3 x_3$	3	$l_2 + d_2$	180	0	0	$x_2 x_3 z_2$
$z_3 z_{EE} x_{EE}$	4	0	0	$l_3$	0	$x_3 x_{EE} z_3$

1.0 đ

$$c) \quad H_0^1 = \begin{bmatrix} c_1 & -s_1 & 0 & 0 \\ s_1 & c_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad H_1^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & d_1+l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H_2^3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & d_2+l_2 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad H_3^{EE} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H_0^{EE} = H_0^1 \times H_1^2 \times H_2^3 \times H_3^{EE}$$

$$\Rightarrow H_0^{EE} = \begin{bmatrix} c_1 & s_1 & 0 & c_1(d_2+l_2) \\ s_1 & -c_1 & 0 & s_1(d_2+l_2) \\ 0 & 0 & -1 & d_1+l_0+l_1-l_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \Rightarrow {}^0 P_{EE} = \begin{bmatrix} c_1(d_2+l_2) \\ s_1(d_2+l_2) \\ d_1+l_0+l_1-l_3 \\ 1 \end{bmatrix}$$

0.75 đ

4 a) Bảng I/O:

Input name	Address	Output name	Address
Sensor1	DI.0	Conveyor1	D0.0
Sensor2	DI.1	Conveyor2_T	D0.1
Sensor3	DI.2	Conveyor2_N	D0.2
Sensor4	DI.3	Gripper	tool_out[0]
Sensor5	DI.4		
Sensor6	DI.5		

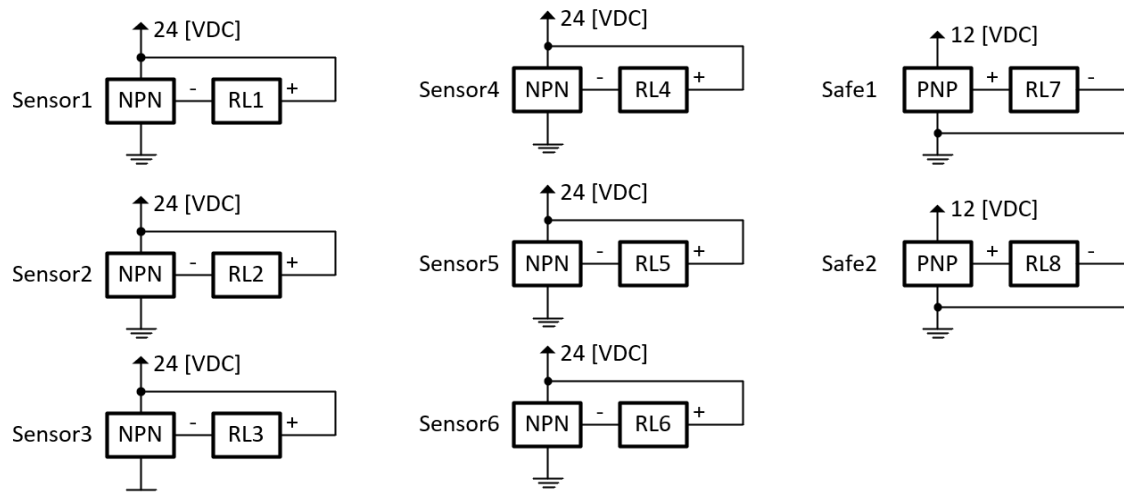
Tổng: 4đ

0.25 đ

Lưu ý: Sinh viên được phép cấu hình các chân I/O khác có cùng chức năng cho tủ.

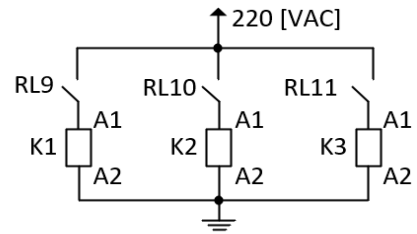
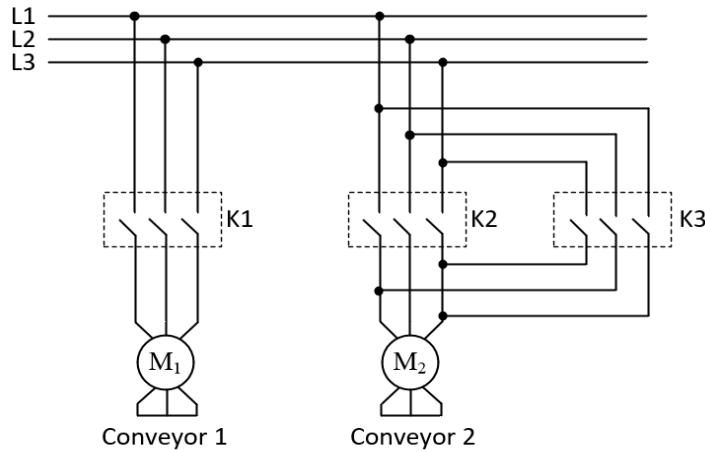
Sơ đồ đấu dây:

Cảm Biến:



0.25 đ

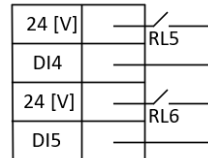
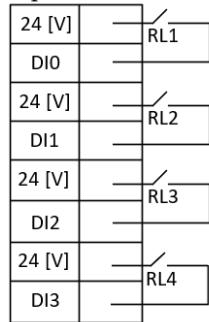
Động cơ 3 pha:



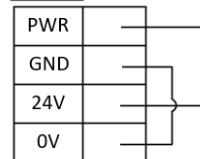
0.25 đ

Tủ Robot:

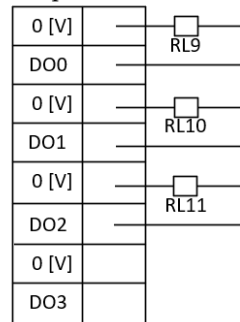
Input:



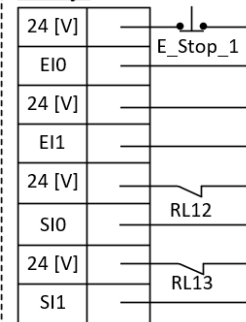
Power:



Output:



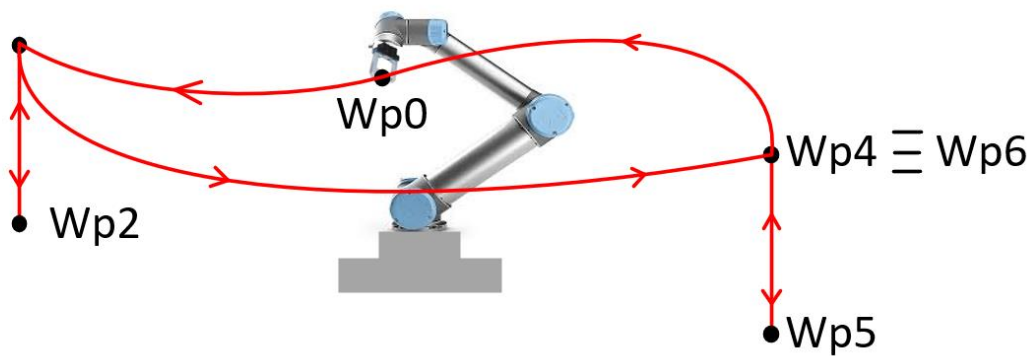
Safety:



0.25 đ

b) Sơ đồ quỹ đạo của cánh tay robot:

Wp1 ≡ Wp3



0.5 đ

c)

Thread1

- Set Conveyor1 = On
- Wait: (Sensor1 == Hi)
- Wait: (Sensor2 == Hi)
- Set Conveyor1 = Off
- Wait: (Sensor2 == Lo)
- Wait: 1.0
- Sync()

Thread2

- Set Conveyor2\_T = Off
- Set Conveyor2\_N = Off
- Wait: (Sensor3 == Hi)
- Wait: 1.0
- if (Sensor4 == Hi)
  - Set Conveyor2\_T = On
  - Wait: (Sensor5 == Hi)
  - Wait: (Sensor5 == Lo)
- else
  - Set Conveyor2\_N = On
  - Wait: (Sensor6 == Hi)
  - Wait: (Sensor6 == Lo)
- Sync()

0.25 đ

0.25 đ

d)

Robot Program

- MoveJ
  - Waypoint\_1
  - Wait: (Sensor1 == Hi)
  - Wait: (Sensor2 == Hi)
  - Set Gripper = Off
  - Set Payload: EmptyGripper
  - Wait: 1.0
- MoveL
  - Waypoint\_2
  - Set Gripper = On
  - Set Payload: GripperHolding
  - Waypoint\_3
- MoveJ
  - Waypoint\_4
- MoveL
  - Waypoint\_5
  - Set Gripper = Off
  - Set Payload: EmptyGripper
  - Waypoint\_6
- MoveJ
  - Waypoint\_0

2.0 đ

<b><u>Tiêu chí chấm điểm chương trình robot:</u></b>	
Chương trình kiểm soát đúng điều kiện được phép chạy robot	1.0 đ
Chương trình kiểm soát đúng loại quỹ đạo	0.5 đ
Chương trình kiểm soát đúng cú pháp và thời điểm bật tắt đầu tay gấp	0.5 đ