

ĐỀ THI HỌC KỲ I
MÔN: ROBOT CÔNG NGHIỆP
 Thời gian: 90 phút (Không kể thời gian phát đề)
 (Sinh viên được sử dụng phần mềm Matlab)

Họ và tên:..... MSSV:

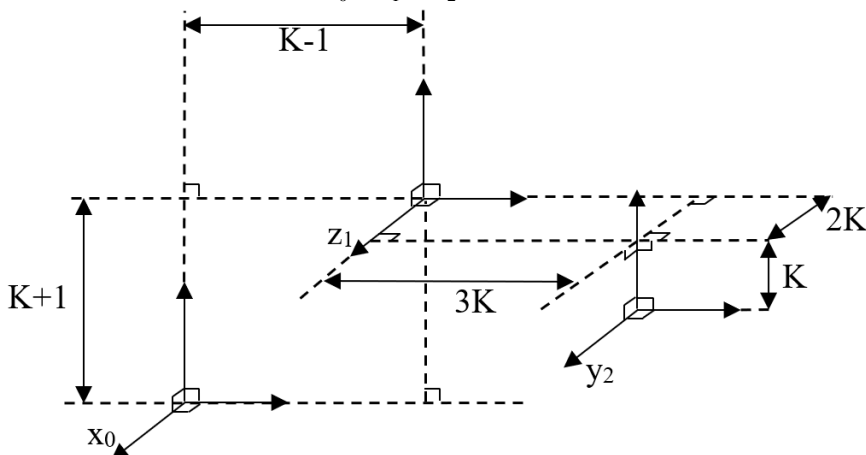
Cho K là 2 số cuối của mã số sinh viên, Y là chữ cái đầu tiên của tên sinh viên. Sinh viên chú ý sử dụng K và Y để tiến hành giải các câu hỏi của đề thi.

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

Câu 1: (1.0đ) 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 z một đoạn $-K$ [mm]
 - Tịnh tiến trục x một đoạn K [mm]
 - Tịnh tiến trục y một đoạn $2K$ [mm]
- Phép xoay toàn phần:
 - Xoay trục y một góc K [độ]

Câu 2: (2.0đ) Cho hệ trục Robot chưa hoàn chỉnh như hình dưới, hoàn chỉnh hệ trục theo nguyên tắc của hệ trục tọa độ Descartes và tìm H_0^1, H_1^2, H_2^0



Câu 3: (3.0đ) Cho Robot có cơ cấu như hình và các thông số của robot như sau:

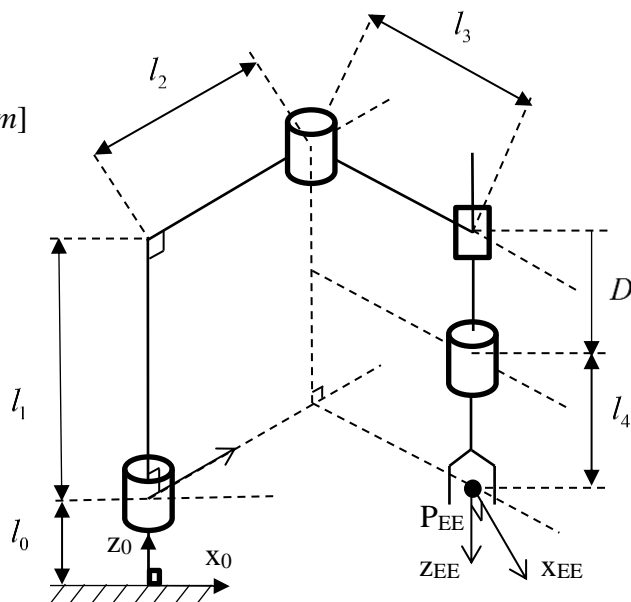
$$\theta_1 = K[^\circ], \theta_2 = 2.K[^\circ], \theta_3 = 3.K[^\circ], D = 2.K[mm]$$

$$l_0 = K[mm], l_1 = 2.K[mm], l_2 = 3.K[mm]$$

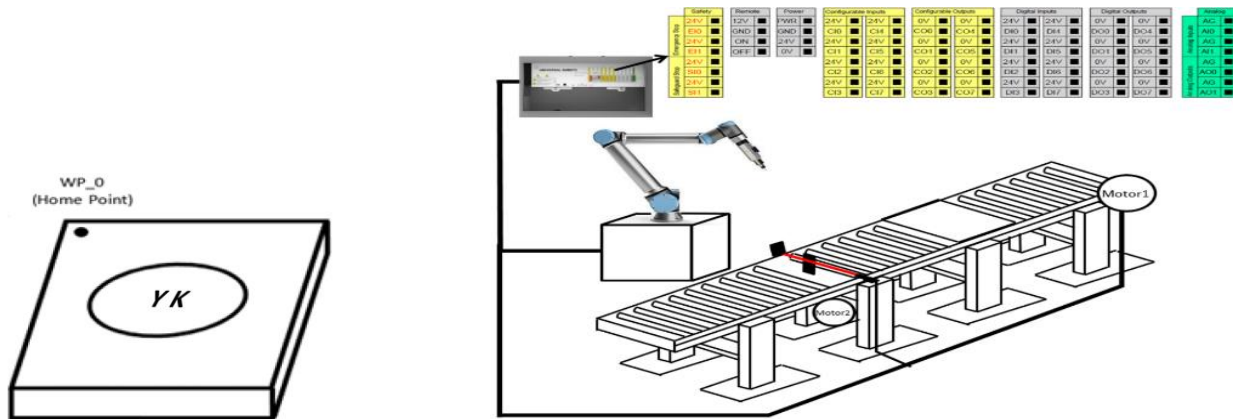
$$l_3 = 4.K[mm], l_4 = K[mm]$$

Sinh viên sử dụng các tham số trên thay vào và tiến hành tiếp tục làm các câu hỏi sau:

- a) Đặt hệ trục tọa độ Descartes đầy đủ theo nguyên tắc của Denavit – Hartenberg cho hệ robot (1.0đ)
- b) Thành lập bảng thông số Denavit – Hartenberg đầy đủ cho hệ Robot. (1.0đ)
- c) Tìm vị trí P_{EE} cụ thể. (1.0đ)



Câu 4: (4.0đ) Cho hệ thống Robot khắc phôi bằng đầu Laser sử dụng tay máy robot UNIVERSAL UR5 và phôi cần khắc như hình sau:



Giả sử góc tọa độ trọng tâm hay vị trí tiếp xúc của đầu công tác đều đã được cài trước trong robot. Biết băng tải được một động cơ 3 pha truyền động, chu trình sử dụng cảm biến phát hiện vật loại PNP (24VDC) 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, khoảng cách từ mặt gia công đến đầu khắc trong suốt quá trình gia công là K [mm]. Ngoài ra hệ thống có kết nối thêm 2 nút dừng khẩn cấp (E_STOP) và 1 cảm biến phát hiện người (Safe sensor) loại PNP (24VDC) cả 3 thiết bị trên đều kết nối trực tiếp vào tủ robot. Tủ điều khiển robot sử dụng nguồn nội để làm tham chiếu cho các tín hiệu ngõ vào và tín hiệu ngõ ra của tủ. Yêu cầu của chu trình hoạt động như sau:

Bất cứ khi nào cảm biến tác động báo hiệu có phôi thì xuất tín hiệu cho phép dừng băng tải, đưa đầu công tác đến vị trí chuẩn bị gia công phôi, biết thời gian để đầu khắc Laser ổn định năng lượng là 0.5 [giây], khắc lên phôi Y và K (Y và K là các biến số của đề thi) và một vòng tròn bao quanh với kiểu chữ như hình minh họa, kích cỡ của những ký tự này là tùy ý sao cho hình khắc ra không lớn hơn khung phôi (chú ý không khắc trùng nét mới lên nét cũ sẽ làm cho bề mặt gia công có độ sâu không đều nhau). Sau khi khắc xong, ngắt cho phép đầu Laser, biết thời gian phân tán toàn bộ năng lượng là 0.2 [giây], kết thúc quá trình gia công cho phép băng tải chạy để đưa phôi cũ đi, đưa phôi mới tới. Đưa robot quay về vị trí Home Point chờ phôi mới tới. Chương trình đã được cài đặt chế độ Loop Forever lúc khởi tạo, Trong chu trình, vị trí bắt đầu và kết thúc chu trình của robot là Home Point (Wp_0) như hình minh họa.

- Vẽ bảng tên địa chỉ I/O. (0.25đ)
- Vẽ sơ đồ đấu dây cho cảm biến, băng tải với tủ điều khiển robot. (0.75đ)
- Vẽ xác định các điểm chuyển động (Waypoint) và sơ đồ quỹ đạo chuyển động của đầu khắc Laser trong chu trình trên. (0.5đ)
- Viết chương trình nhánh (Thread) điều khiển băng tải chuyển phôi đến và đưa phôi đi (0.5đ)
- Viết chương trình chính điều khiển tay máy robot theo chu trình nêu trên. (2.0đ)

Bộ Môn Tự Động Hoá

Tp.HCM, ngày 7 tháng 12 năm 2021

GV ra đề

TS. Đặng Đức Chi

Nguyễn Anh Vũ

Tính H_1^2 :

$$R_1^2 = R_x(90)R_y(90) = R_y(90)R_z(90) = R_z(90)R_x(90)$$

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

Từ hình ta có:

$${}^1P_2 = [3K \quad -K \quad 2K]^T$$

$$\Rightarrow H_1^2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 3K \\ 1 & 0 & 0 & -K \\ 0 & 1 & 0 & 2K \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Tính H_2^0 :

$$H_0^2 = H_0^1 \times H_1^2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & K-1 \\ 0 & 1 & 0 & K+1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 3K \\ 1 & 0 & 0 & -K \\ 0 & 1 & 0 & 2K \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 2K \\ 0 & 0 & 1 & 4K-1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\Rightarrow H_2^0 = (H_0^2)^{-1} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & -2K \\ 0 & 1 & 0 & 1-4K \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

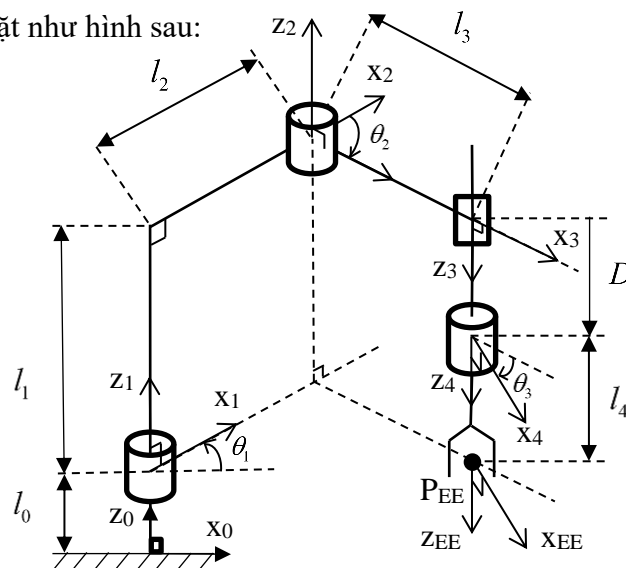
Lưu ý: Sinh viên làm theo phương pháp xoay và tịnh tiến thông thường vẫn được tính đủ điểm nếu kết quả đúng.

0.75 đ

0.5 đ

3

a) Hệ tọa độ được đặt như hình sau:



Tổng: 3đ

1.0 đ

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

b) Bảng D-H:

	i	a_i	α_i	d_i	θ_i	
$z_0 z_1 x_0$	1	0	0	l_0	θ_1	$x_0 x_1 z_1$
$z_1 z_2 x_1$	2	l_2	0	l_1	0	$x_1 x_2 z_2$
$z_2 z_3 x_2$	3	l_3	180^0	0	θ_2	$x_2 x_3 z_3$
$z_3 z_4 x_3$	4	0	0	D	θ_3	$x_3 x_4 z_4$
$z_4 z_5 x_4$	5	0	0	l_4	0	$x_4 x_5 z_5$

1.0 đ

c)

$$H_0^1 = \begin{bmatrix} c_1 & -s_1 & 0 & 0 \\ s_1 & c_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad H_1^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & l_2 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$H_2^3 = \begin{bmatrix} c_2 & s_2 & 0 & l_3 c_2 \\ s_2 & -c_2 & 0 & l_3 s_2 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad H_3^4 = \begin{bmatrix} c_3 & -s_3 & 0 & 0 \\ s_3 & c_3 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & D \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad H_4^5 = H_4^{EE} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & l_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

1.0 đ

$$H_0^{EE} = H_0^1 \times H_1^2 \times H_2^3 \times H_3^4 \times H_4^{EE}$$

$$\Rightarrow H_0^{EE} = \begin{bmatrix} \cos(\theta_1 + \theta_2 - \theta_3) & \sin(\theta_1 + \theta_2 - \theta_3) & 0 & l_3 c_{12} + l_2 c_1 \\ \sin(\theta_1 + \theta_2 - \theta_3) & -\cos(\theta_1 + \theta_2 - \theta_3) & 0 & l_3 s_{12} + l_2 s_1 \\ 0 & 0 & -1 & l_0 + l_1 - D - l_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$P_{EE} = \begin{bmatrix} l_3 c_{12} + l_2 c_1 \\ l_3 s_{12} + l_2 s_1 \\ l_0 + l_1 - D - l_4 \end{bmatrix}$$

4

a) Bảng I/O:

Input name	Address	Output name	Address
Sensor	DI.0	Conveyor	D0.0
		Laser	tool_out[0]

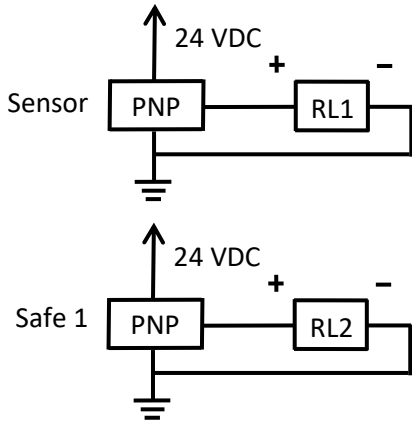
Tổng: 4đ

0.25 đ

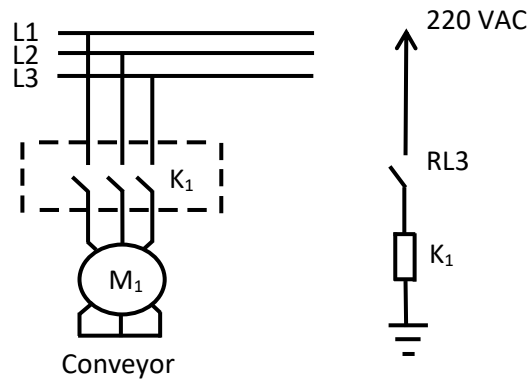
Lưu ý: Sinh viên được phép cấu hình các chân I/O khác có cùng chức năng cho tủ.

b) Sơ đồ đấu dây:

Cảm biến:

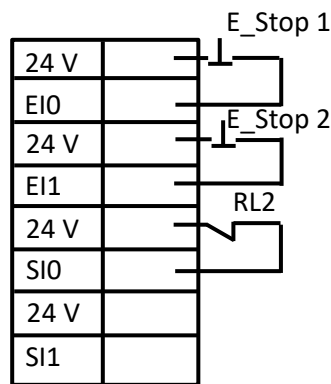


Động cơ 3 pha:

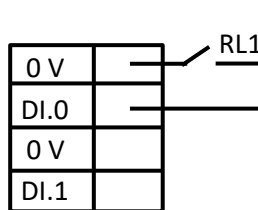


Tủ Robot:

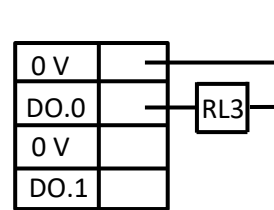
Configuration Safety



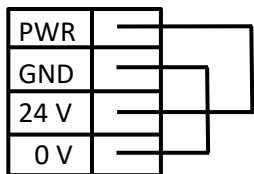
Configuration Input



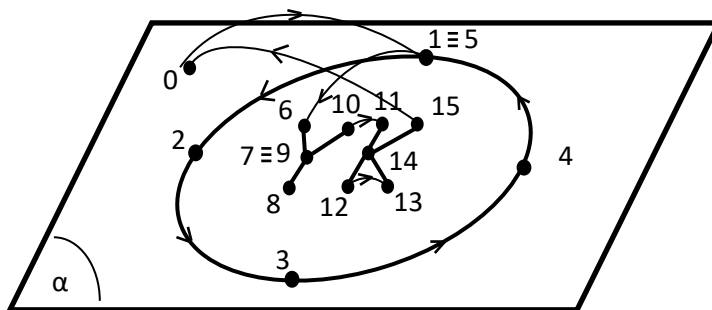
Configuration Output



Configuration Power



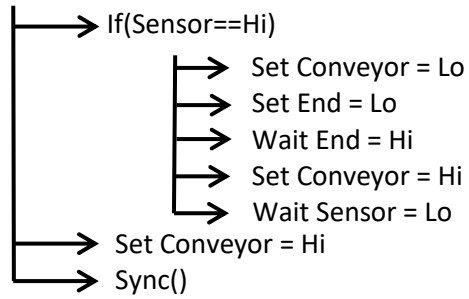
c) Gọi (β) là mặt phẳng cần gia công trên phôi, gọi (α) là mặt phẳng song song với (β) và nằm trên (β) một đoạn K [mm] \Rightarrow (α) là mặt phẳng làm việc của đầu công tác, các điểm làm việc và quỹ đạo của chúng trên mặt phẳng (α) được xác định như sau:



0.75 đ

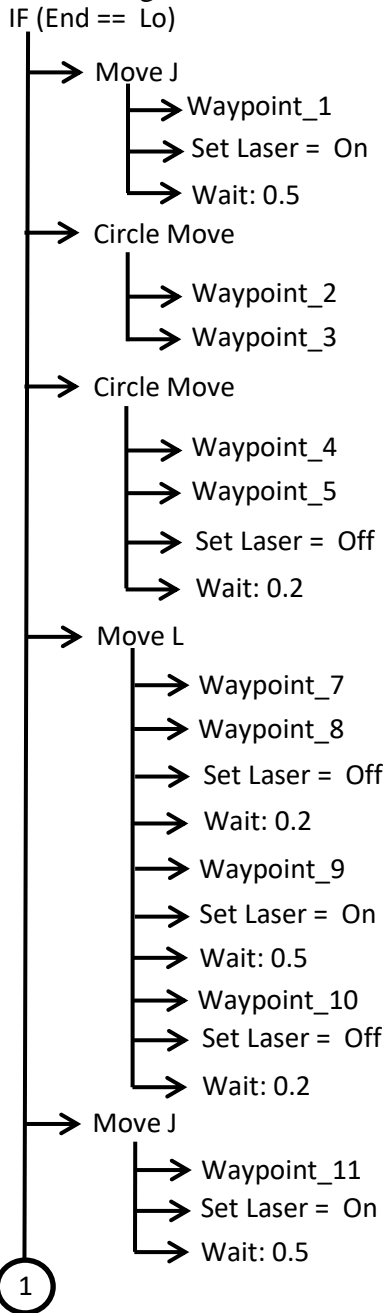
0.5 đ

d) Thread1

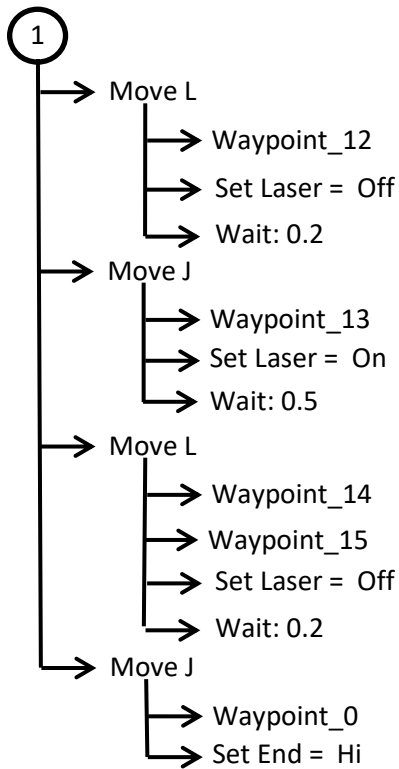


0.5 đ

e) Robot Program



2.0 đ



Tiêu chí chấm điểm câu 4:

Sinh viên không chế đúng điều kiện biến End để được phép chạy chương trình chính và xử lý biến End ở cuối chương trình chính.

0.25 đ

Sinh viên bật và tắt đầu Laser đúng yêu cầu của đề bài

0.5 đ

Sinh viên dùng đúng lệnh và cú pháp để vẽ được vòng tròn bên ngoài

0.25 đ

Sinh viên dùng đúng thứ tự và đúng các lệnh quỹ đạo để gia công Y và K (Y theo chữ cái đầu tên và K theo hai số cuối của mã số sinh viên) với các nét gia công có độ sâu bằng nhau.

1.0 đ