

ĐỀ THI HỌC KỲ 5

MÔN: Robot Công nghiệp

LỚP: CĐTĐ18

Ngày thi: 11/01/2021

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

(Sinh viên được mở tài liệu)

ĐỀ BÀI

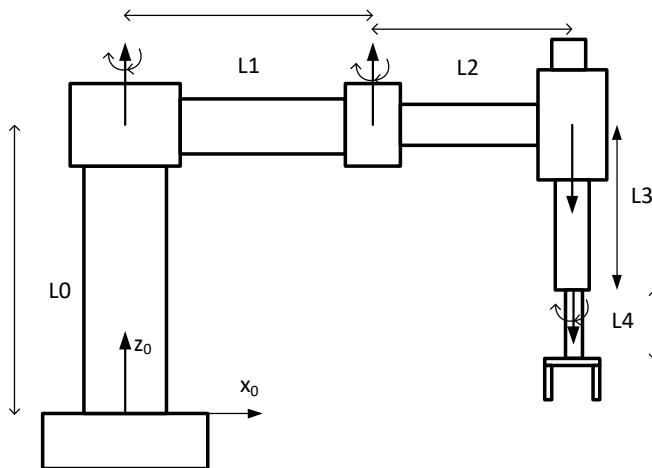
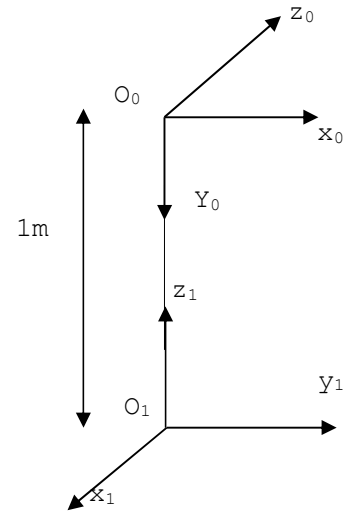
Câu 1: (1.5 điểm) Cho O_0, O_1 là hai hệ tọa độ có liên hệ với nhau như hình vẽ.

a) Vẽ hình thể hiện sự biến đổi từ O_0 sang O_1 và tính H_0^1 (1đ)

b) Một điểm A biểu diễn trong O_1 với vector điểm

$$\vec{A}_{O_1} = 3\vec{i} + 2\vec{j} - \vec{k}. \text{ Hãy biểu diễn điểm A trong } O_0 \text{ (0.5đ)}$$

Câu 2: (3.5 điểm) Cho một robot có 4 khâu cấu hình RRTR như hình vẽ.



a) Đặt hệ trục tọa độ Descartes theo nguyên tắc của Denavit – Hartenberg cho hệ robot bên. (0.5đ)

b) Xác định bảng thông số D-H? (1đ)

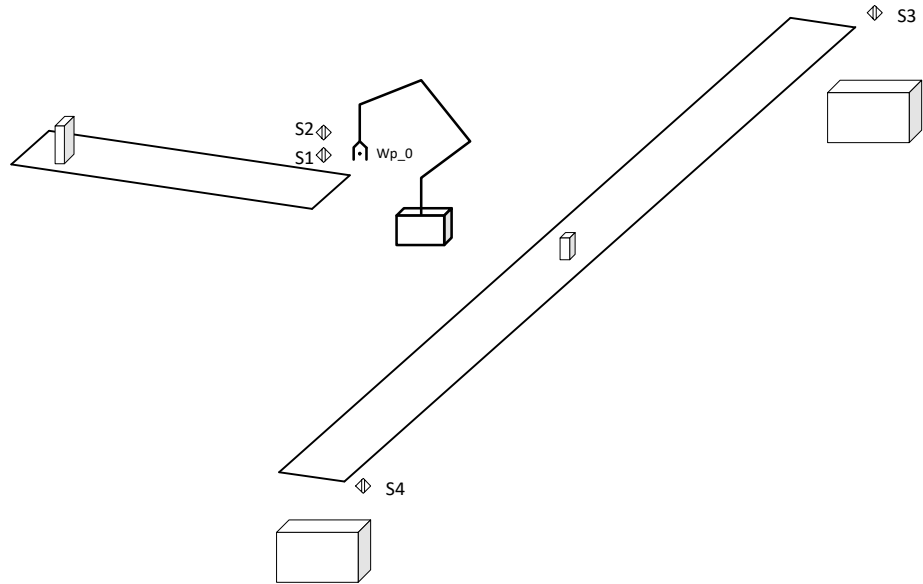
c) Tính $H_0^1, H_1^2, H_2^3, H_3^4, H_4^5, H_0^5$. Xác định phương trình vị trí đầu công tác so với hệ tọa độ để robot theo các biến khớp? (2đ)

Câu 3: (5 điểm) Cho hệ thống băng tải phân loại sản phẩm và tay máy robot UNIVERSAL UR5 như hình vẽ.

Hệ thống gồm có:

- Một cánh tay Robot UR5 với tay gắp nặng 0.5Kg.
- Băng tải 1 được một động cơ 3 pha thứ nhất truyền động, băng tải 2 được một động cơ 3 pha thứ 2 truyền động quay theo 2 chiều.

- Cảm biến S1 để phát hiện vật thấp (1Kg), S2 dùng để phát hiện vật cao (2Kg), S3 dùng để báo vật thấp đã rơi vào thùng chứa vật thấp, S4 dùng để báo vật cao đã rơi vào thùng chứa vật cao (4 cảm biến đều là loại 24VDC, PNP).
- Một nút dừng khẩn cấp và một cảm biến an toàn S loại 24VDC, PNP nối thêm vào tủ robot.



Ban đầu tay gắp ở vị trí Wp_0. Yêu cầu của hệ thống như sau:

+ Băng tải một chạy (chạy song song với cánh tay robot), cảm biến S1 phát hiện vật thì cho băng tải dừng, sau khi gắp vật lên khỏi vị trí cảm biến thì băng tải một chạy lại.

+ Tay gắp di chuyển đến Wp_1 để chờ vật, khi phát hiện vật thì quá trình gắp vật diễn ra, vật được gắp đến đặt ở vị trí giữa băng tải hai. Sau khi bỏ vật xong thì cho băng tải hai chạy theo chiều thuận nếu là vật thấp hoặc chiều nghịch nếu là vật cao. Khi vật đã rơi xuống thùng chứa (S3 hoặc S4 tác động) thì dừng băng tải 2 rồi đưa tay gắp về vị trí Wp_0 kết thúc một chu trình. Chương trình đã được cài đặt chế độ Loop Forever lúc khởi tạo, vị trí bắt đầu và kết thúc chu trình của robot là Home Point (Wp_0) như hình minh họa.

- Lập bảng tên địa chỉ I/O. (0.5đ)
- Vẽ sơ đồ đấu dây kết nối cảm biến, băng tải với tủ robot. (1.5đ)
- Vẽ bản đồ quỹ đạo xác định các điểm chuyển động (Waypoint) và xác định quỹ đạo chuyển động của đầu công tác trong chu trình trên. (0.5đ)
- Viết chương trình nhánh (Thread) điều khiển băng tải 1. (0.5đ)
- Viết chương trình chính điều khiển tay máy robot và băng tải 2 theo yêu cầu chu trình nêu trên. (2đ)

Ngày 4 Tháng 12 Năm 2021

TRƯỞNG BỘ MÔN GIÁO VIÊN RA ĐỀ
TỰ ĐỘNG

Ts. Đặng Đắc Chi

Hồ Thanh Vũ

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

MÔN: Robot Công nghiệp

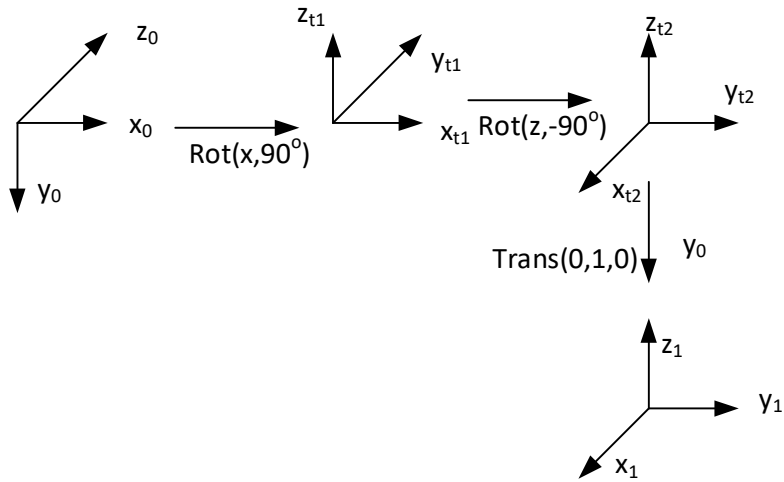
LỚP: CĐTĐ18

Ngày thi: 11/01/2021

Thời gian: 90 phút

Câu 1:(1.5 điểm)

a)



(0.5 điểm)

$$R_0^1 = Rot(x, 90^\circ) * Rot(z, -90^\circ) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

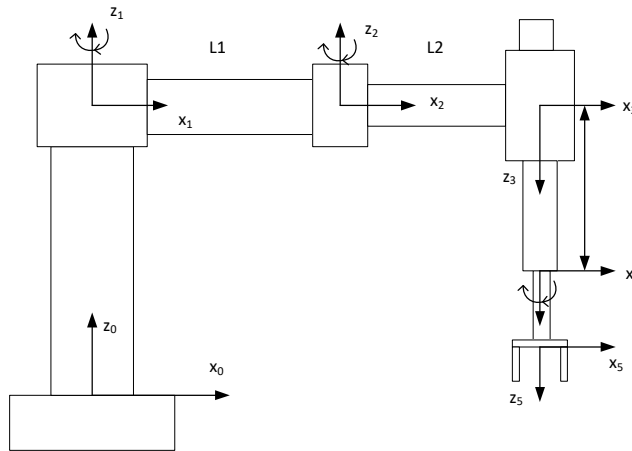
$$P_0^1 = [0 \quad 1 \quad 0]^T \quad (0.5 \text{ điểm})$$

$$\Rightarrow H_0^1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$b) \quad A_{O_0} = H_0^1 A_{O_1} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 3 \\ 2 \\ -1 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 \\ 2 \\ -3 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (0.5 \text{ điểm})$$

Câu 2: (3.5 điểm)

a) Đặt hệ trục tọa độ Descartes theo nguyên tắc của Denavit – Hartenberg cho hệ robot (0.5 đ)



b) Bảng thông số DH:

(1 điểm)

khâu	θ_i	α_i	a_i	d_i
1	0	0	0	L0
2	θ_1	0	L1	0
3	θ_2	180°	L2	0
4	0	0	0	L3
5	θ_4	0	0	L4

c) Tính các ma trận :

$$H_0^1 = Trans(0,0,L0) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & L0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} 0.25đ$$

$$H_1^2 = Rot(z,\theta_1)Trans(L_1,0,0) = \begin{bmatrix} c_1 & -s_1 & 0 & L_1c_1 \\ s_1 & c_1 & 0 & L_1s_1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} 0.25đ$$

$$H_2^3 = Rot(z,\theta_2)Trans(L_2,0,0)Rot(x,180^\circ) = \begin{bmatrix} c_2 & s_2 & 0 & L_2c_2 \\ s_2 & -c_2 & 0 & L_2s_2 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} 0.25đ$$

$$H_3^4 = Trans(0,0,L3) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & L3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} 0.25đ$$

$$H_4^5 = Rot(z, \theta_4) Trans(0,0, L_4) = \begin{bmatrix} c_4 & -s_4 & 0 & 0 \\ s_4 & c_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & L_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} 0.25đ$$

$$H_0^5 = H_0^1 * H_1^2 * H_2^3 * H_3^4 * H_4^5 = \begin{bmatrix} c_\theta & s_\theta & 0 & L_2 c_{12} + L_1 c_1 \\ s_\theta & -c_\theta & 0 & L_2 s_{12} + L_1 s_1 \\ 0 & 0 & -1 & L_0 - L_3 - L_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \theta = \theta_1 + \theta_2 - \theta_4$$

(0.5đ)

Vị trí đầu công tác:

$$P = \begin{bmatrix} P_x \\ P_y \\ P_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_2 c_{12} + L_1 c_1 \\ L_2 s_{12} + L_1 s_1 \\ L_0 - L_3 - L_4 \end{bmatrix} 0.25$$

Câu 3: (5 điểm)

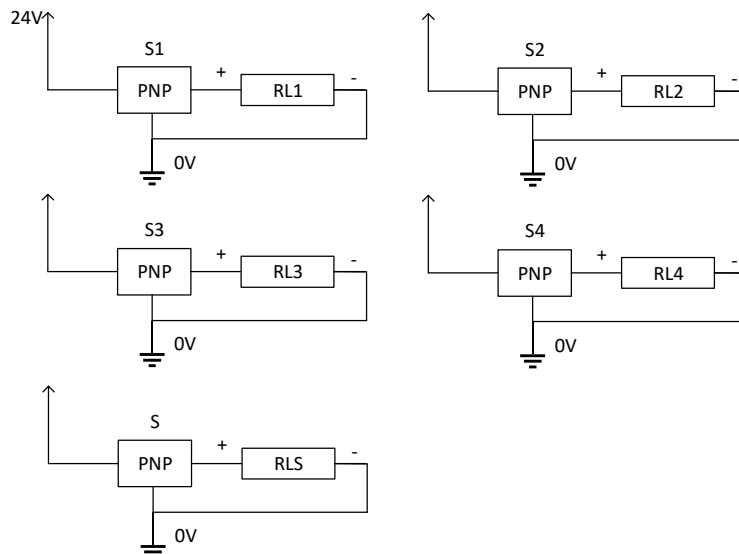
a) Bảng I/O (0.5đ)

Input name	Address	Output name	Address
S1	DI.0	Conveyor1	D0.0
S2	DI.1	Con_T	D0.1
S3	DI.2	Con_N	D0.2
S4	DI.3	Gripper	tool_out[0]

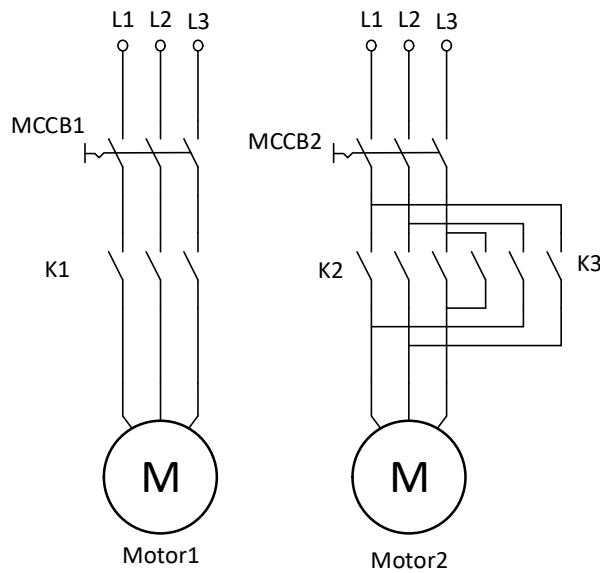
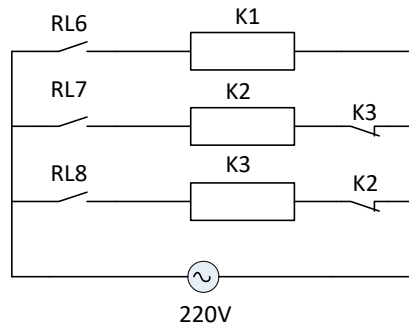
Lưu ý: Sinh viên cấu hình các chân I/O khác mà vẫn đúng quy cách địa chỉ vẫn được tính đủ điểm

b) Sơ đồ đấu dây:

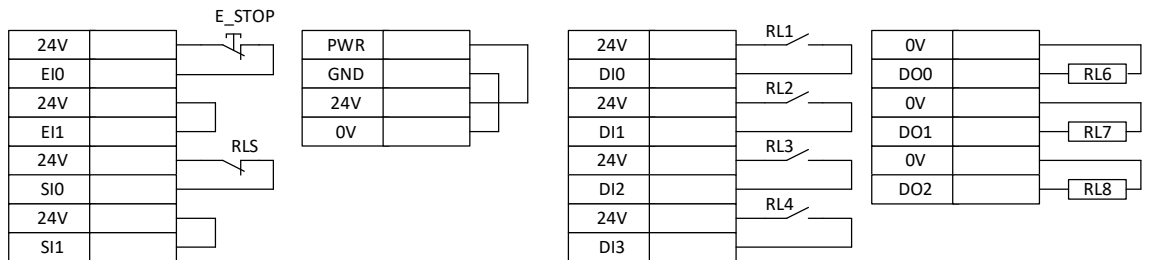
Sơ đồ đấu nối các cảm biến: (0.5đ)



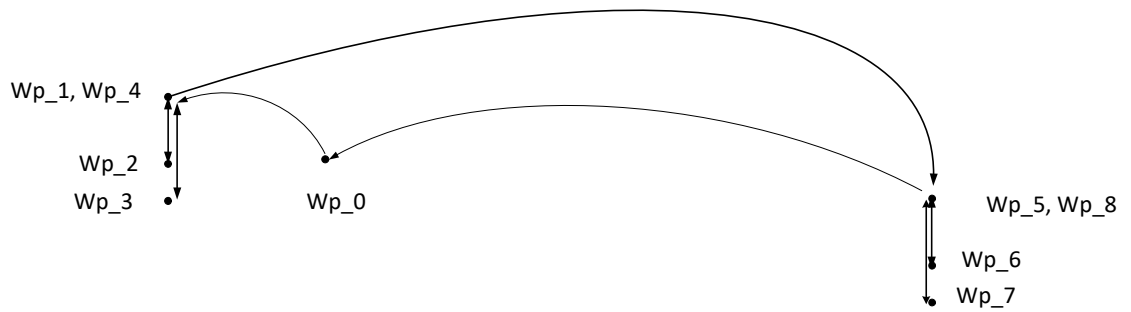
Sơ đồ đấu nối hai động cơ kéo các băng tải: (0.5đ)



Sơ đồ đấu tủ: (0.5đ)



c) Bảng đồ quỹ đạo: (0.5đ)



d) Thread1 (0.5đ)

```

Set conveyor1=Hi
Wait S1=Hi
Set conveyor1=off
Wait S1=Lo
Sync()

```

e) Robot Program (2đ)

```

Movej
    Waypoint_1
    Wait S1=Hi
    If(S2=Hi)
        Vat_cao:=True
    If(S2=Lo)
        Vat_cao:=False
Set Gripper=off (0.5Kg)
Wait:1.0
If(Vat_cao=True)
    MoveL
        Waypoint_2
        Set Gripper=On(2.5Kg)
        Wait:1.0
        Waypoint_4
    Movej
        Waypoint_5
    MoveL
        Waypoint_6
        Set Gripper=Off(0.5Kg)
        Wait:1.0
        Waypoint_8
        Set Con_T=On
        Wait S4=hi

```

```
        Set Con_T=Off
    Movej
        Waypoint_0
If(Vat_cao=False)
    MoveL
        Waypoint_3
        Set Gripper=On(1.5Kg)
        Wait:1.0
        Waypoint_4
    Movej
        Waypoint_5
    MoveL
        Waypoint_7
        Set Gripper=Off(0.5Kg)
        Wait:1.0
        Waypoint_8
        Set Con_N=On
        Wait Sr3=Hi
        Set Con_N=Off
    Movej
        Waypoint_0
```

Ngày 4 Tháng 01 Năm 2021

TRƯỞNG BỘ MÔN GIÁO VIÊN RA ĐỀ

Ts. Đặng Đức Chi

Hồ Thanh Vũ