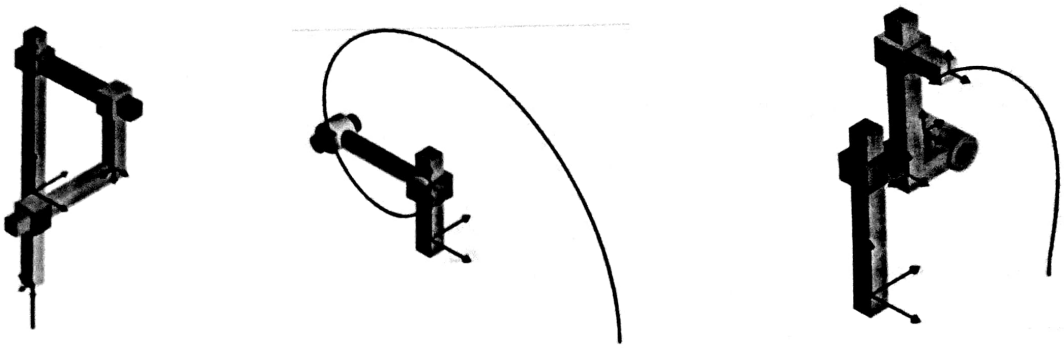
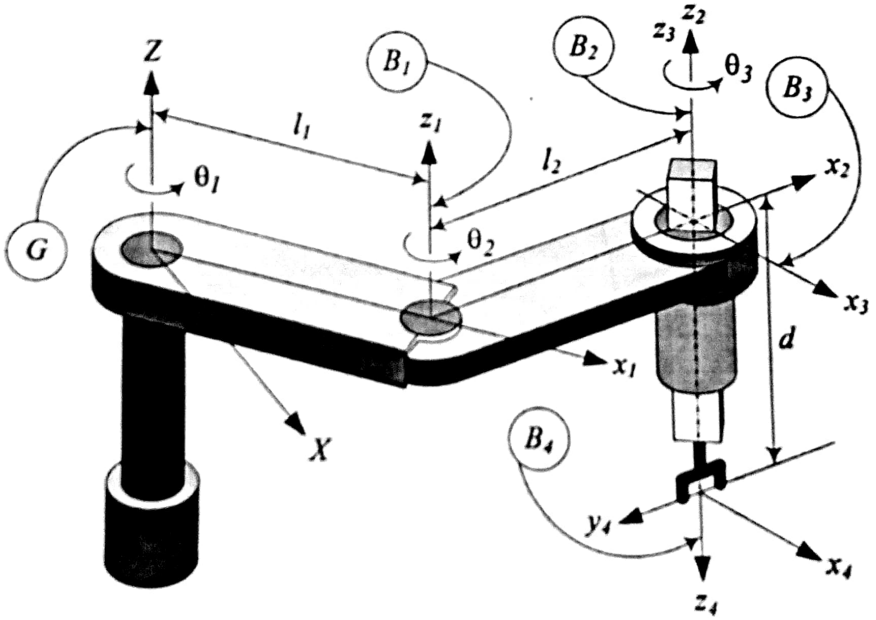
السؤال الأول (١٥ درجة):

١- الروبوت (a) ٣ درجات حرية PRP- الروبوت (b) ٣ درجات حرية PRR - الروبوت (c) ٣ درجات حرية PPP (٣ درجات).
٢- (١٢ درجات).



السؤال الثاني (٢٥ درجة):

١. الغاية هي الدراسة المباشرة للروبوت وتعيين موضع واتجاه النهاية المؤثرة بالفراغ (١ درجات).
٢. المحاور الاحداثية موضحة بالشكل (٤ درجات).



٣. الجدول التالي (٨ درجة):

Link	a_i	α_i	d_i	θ_i
1	l_1	0	0	θ_1
2	l_2	0	0	θ_2

3	0	0	0	θ_3
٤	0	180	d_4	0

٤. مصفوفات التحويل (٨ درجات):

$$A_i = \begin{bmatrix} c_{\theta_i} & -s_{\theta_i}c_{\alpha_i} & s_{\theta_i}s_{\alpha_i} & a_i c_{\theta_i} \\ s_{\theta_i} & c_{\theta_i}c_{\alpha_i} & -c_{\theta_i}s_{\alpha_i} & a_i s_{\theta_i} \\ 0 & s_{\alpha_i} & c_{\alpha_i} & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_1 = \begin{bmatrix} c_{\theta_1} & -s_{\theta_1} & 0 & l_1 c_{\theta_1} \\ s_{\theta_1} & c_{\theta_1} & 0 & l_1 s_{\theta_1} \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, A_2 = \begin{bmatrix} c_{\theta_2} & -s_{\theta_2} & 0 & l_2 c_{\theta_2} \\ s_{\theta_2} & c_{\theta_2} & 0 & l_2 s_{\theta_2} \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_3 = \begin{bmatrix} c_{\theta_3} & -s_{\theta_3} & 0 & 0 \\ s_{\theta_3} & c_{\theta_3} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, A_4 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & d_4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

٥. تمثل المصفوفة T مصفوفة التحويل المتجانس للنهاية المؤثرة بالنسبة لنقطة الأصل وعناصرها تحدد اتجاه النهاية المؤثرة بالفراغ بالنسبة لنقطة الأصل (العناصر r) وكذلك إحداثيات النهاية المؤثرة بالفراغ بالنسبة لنقطة الأصل (العناصر d) (٢ درجات) + (٢ درجات للعلاقة).

$$^0T_4 = {}^0T_1\,{}^1T_2\,{}^2T_3\,{}^3T_4$$

السؤال الثالث (١٥ درجة):

١- (١٠ درجات)

$$T_2^1 = \begin{bmatrix} & R_2^1 & & D_2^1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$R_2^1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & cos60 & -sin60 \\ 0 & sin60 & cos60 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & -0.886 \\ 0 & 0.886 & 0.5 \end{bmatrix}$$

$$T_2^1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 7 \\ 0 & 0.5 & -0.886 & 5 \\ 0 & 0.886 & 0.5 & 7 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

٢- (٥ درجات)

$$P^1 = T_2^1 P^2$$

وبما أن

$$P^2 = \begin{bmatrix} 2 \\ 4 \\ 6 \end{bmatrix}$$

$$P^1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 7 \\ 0 & 0.5 & -0.886 & 5 \\ 0 & 0.886 & 0.5 & 7 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 \\ 4 \\ 6 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9 \\ 1.804 \\ 13.464 \\ 1 \end{bmatrix}$$

السؤال الرابع (١٥ درجة):

١. الاقتراح هو كثير حدود من الدرجة الخامسة لأنه يحتوي على ست معاملات والتي تحتاج لجملة مؤلفة من ست معادلات لحلها واستيفاء الشروط الستة المفروضة على الموضع والسرعة والتسارع (٥ درجات).

٢. نكتب الشكل العام لمعادلة كثير الحدود من الدرجة الخامسة (١٠ درجات):

$$q(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 + a_4 t^4 + a_5 t^5$$

$$\dot{q}(\mathrm{t}) = a_1 + 2a_2 t + 3a_3 t^2 + 4a_4 t^3 + 5a_5 t^4$$

$$\ddot{q}(\mathrm{t}) = 2a_2 + 6a_3 t + 12a_4 t^2 + 20a_5 t^3$$

$$\mathrm{q}(0) = a_0 = 0$$

$$q(2) = a_0 + 2a_1 + 4a_2 + 8a_3 + 16a_4 + 32a_5 = 20$$

$$\dot{q}(0) = a_1 = 0$$

$$\dot{q}(2) = a_1 + 4a_2 + 12a_3 + 32a_4 + 80a_5 = 0$$

$$\ddot{q}(0) = 2a_2 = 0$$

$$\ddot{q}(2) = 2a_2 + 12a_3 + 48a_4 + 160a_5 = 0$$

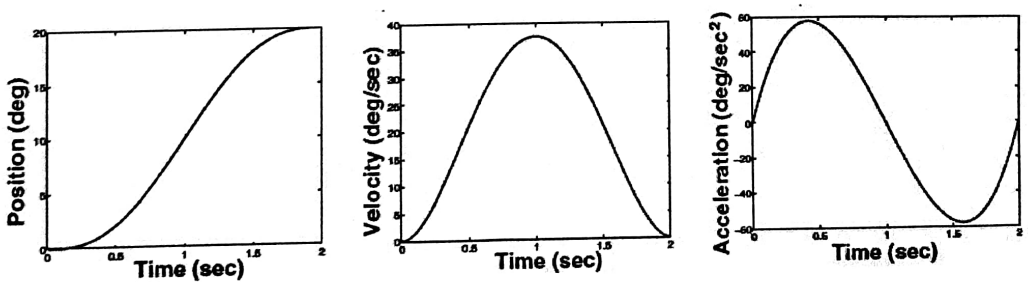
$$a_0 = 0, \qquad a_1 = 0$$

$$a_2 = 0, a_3 = 25$$

$$a_4 = -18.75, \qquad a_5 = 3.75$$

$$q(t) = 25t^3 - 18.75t^4 + 3.75t^5$$

$$\dot{q}(t) = 75t^2 - 75t^3 + 18.75t^4$$



مدرسا المقرر

د.م محمد حسين عباس د.م أحمد سليمان الشيحاوي