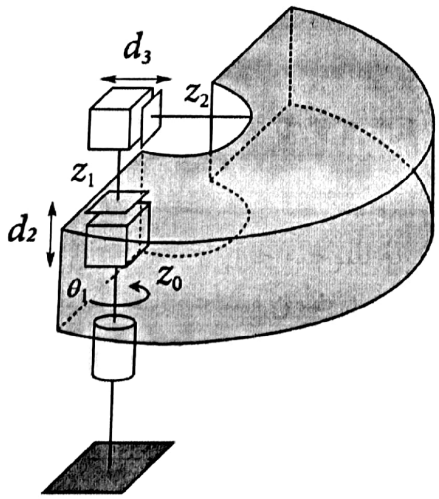
السؤال الأول (١٢ درجة- ٣ درجات لكل سؤال فرعي):

١- المسألة الأمامية: تتناول هذه المسألة تحديد موضع وسرعة واتجاه النهاية المؤثرة للذراع الروبوتية من خلال معرفة موضع وسرعة مفاصل الذراع الروبوتية.
المسألة العكسية: تتناول هذه المسألة تحديد موضع وسرعة مفاصل الذراع الروبوتية من خلال معرفة موضع وسرعة النهاية المؤثرة للذراع الروبوتية.

٢- **فحص شفرات عنفة ريحية حاوية على التواء:** ست درجات حرية (ثلاث درجات حرية للموضع وذلك للانتقال في الاتجاهات X, Y, Z وثلاث درجات حرية للتوجيه حول X, Y, Z على التوالي).
تجميع صامولة مع برغي في أي موقع وتوجيه ضمن مساحة العمل: ست درجات حرية (ثلاث درجات حرية للموضع وذلك للانتقال في الاتجاهات X, Y, Z وثلاث درجات حرية للتوجيه حول X, Y, Z على التوالي).
رسم المنحني المعطى بالمعادلة: $y = 4 + x + 2x^2$: درجتي حرية (درجة حرية للانتقال على المحور **X** ودرجة حرية للانتقال على المحور **Y**. **الطالب الذي يفترض ثلاث درجات حرية مع اعتبار الانتقال باتجاه المحور Z ثابت يستحق العلامة.)**

٣- التمثيل التخطيطي مع فضاء العمل:



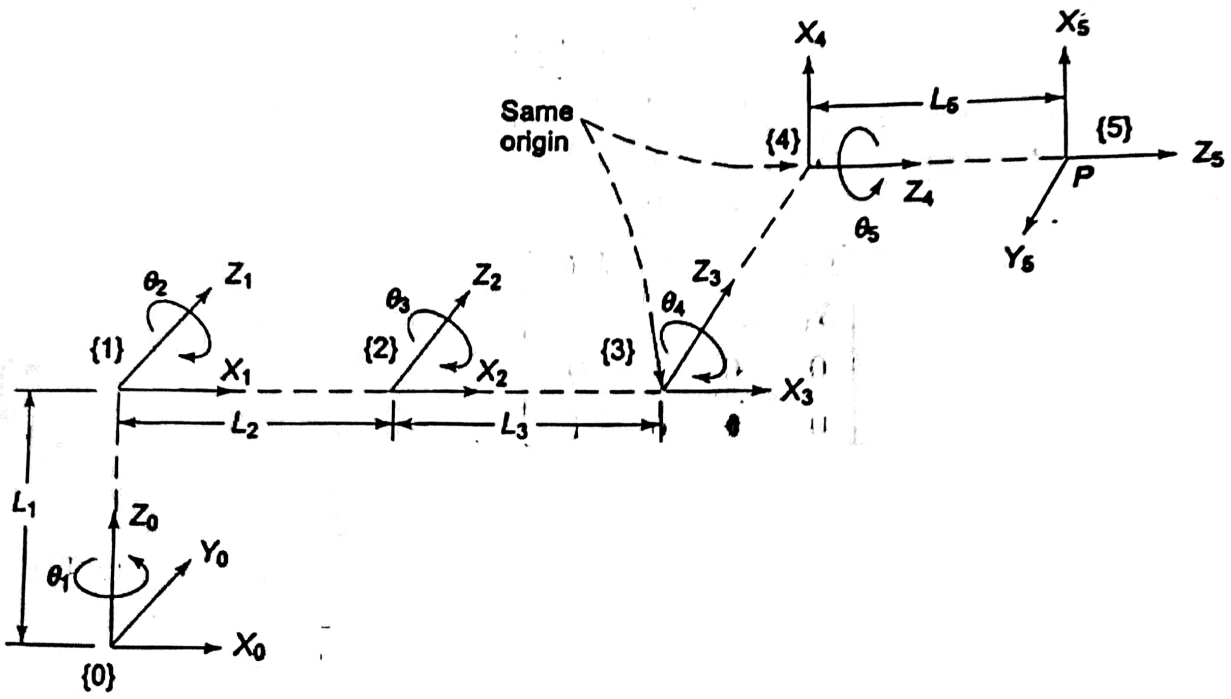
التمثيل الرمزي: **RPP**

٤- **الاستخدام الأول:** تحديد علاقات السرع الخطية والزاوية بين النهاية الطرفية ومفاصل الذراع الروبوتي التي لها أهمية كبيرة في التحليل والتحكم بحركة الروبوت.
الاستخدام الثاني: دراسة وإيجاد حالات التفرد الحركي الخاصة بالذراع الروبوتي.
الاستخدام الثالث: يمكن أن تستخدم كأداة لتقييم مدى قدرة الروبوت على الحركة عند ترتيب معين للمفاصل (قابلية المناولة).

- **الطالب الذي يذكر أي اثنين من الاستخدامات السابقة يستحق العلامة كاملة.**

السؤال الثاني (٢٣ درجة):

١- (٥ درجات)



٢- (٥ درجات)

Link	a_i	α_i	d_i	θ_i
1	0	-90	L_1	θ_1
2	L_2	0	0	θ_2
3	L_3	0	0	θ_3
4	0	-90	0	$\theta_4 - 90$
5	0	0	L_5	θ_5

٣- (٨ درجات)

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

$$A_1 = \begin{bmatrix} c_{\theta_1} & 0 & -s_{\theta_1} & 0 \\ s_{\theta_1} & 0 & c_{\theta_1} & 0 \\ 0 & -1 & 0 & L_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, A_2 = \begin{bmatrix} c_{\theta_2} & -s_{\theta_2} & 0 & L_2 c_{\theta_2} \\ s_{\theta_2} & c_{\theta_2} & 0 & L_2 s_{\theta_2} \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_3 = \begin{bmatrix} c_{\theta_3} & -s_{\theta_3} & 0 & L_3 c_{\theta_3} \\ s_{\theta_3} & c_{\theta_3} & 0 & L_3 s_{\theta_3} \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, A_4 = \begin{bmatrix} s_{\theta_4} & 0 & c_{\theta_4} & 0 \\ -c_{\theta_4} & 0 & s_{\theta_4} & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A_5 = \begin{bmatrix} c_{\theta_5} & -s_{\theta_5} & 0 & 0 \\ s_{\theta_5} & c_{\theta_5} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & L_5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

٤- (٣ درجات)

$$T_5^0 = A_1 . A_2 . A_3 . A_4 . A_5$$

٥- (٢ درجة)

$$T_E = \begin{bmatrix} 0 & -0.707 & 0.707 & 14.14 \\ 0 & 0.707 & 0.707 & 14.14 \\ -1 & 0 & 1 & 248 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- **الطالب الذي يكتب قيم العمود الرابع فقط يستحق العلامة كاملة.**

السؤال الثالث (٢٠ درجة-١٠ درجات لكل سؤال فرعي):

١-

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

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

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

٢-

وبما أن

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

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

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

السؤال الرابع (١٥ درجة):

$$q(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3$$

$$\dot{q}(t) = a_1 + 2a_2 t + 3a_3 t^2$$

$$\begin{aligned} q_0 &= a_0 + a_1 t_0 + a_2 t_0^2 + a_3 t_0^3 \\ v_0 &= a_1 + 2a_2 t_0 + 3a_3 t_0^2 \\ q_f &= a_0 + a_1 t_f + a_2 t_f^2 + a_3 t_f^3 \\ v_f &= a_1 + 2a_2 t_f + 3a_3 t_f^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_0 &= q_0 \\ a_1 &= 0 \\ a_2 + a_3 &= q_f - q_0 \\ 2a_2 + 3a_3 &= 0 \\ a_2 &= 3(q_f - q_0) \\ a_3 &= -2(q_f - q_0) \end{aligned}$$

$$q(t) = q_0 + 3(q_f - q_0)t^2 - 2(q_f - q_0)t^3$$

$$\begin{aligned} \dot{q}(t) &= 6(q_f - q_0)t - 6(q_f - q_0)t^2 \\ \ddot{q}(t) &= 6(q_f - q_0) - 12(q_f - q_0)t \end{aligned}$$

$$v_0 = 0 \qquad v_f = 0$$

$$t_0 = 0 \qquad t_f = 1$$

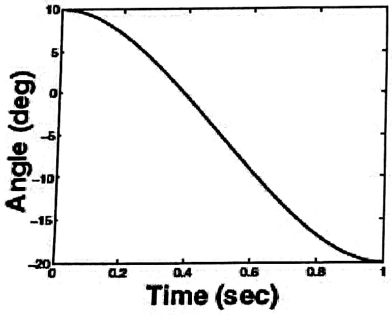
$$q_0 = 10° \qquad q_f = -20°$$

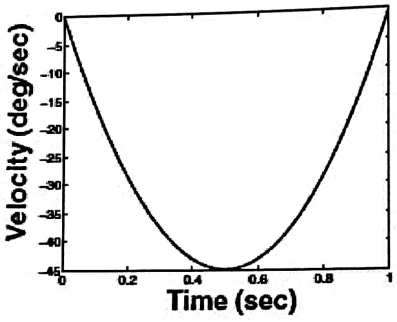
$$a_0 = 10, a_1 = 0, a_2 = -60, a_3 = 40$$

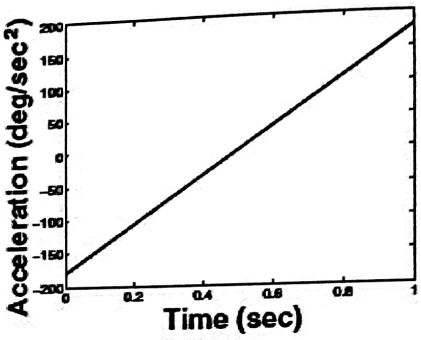
$$q(t) = 10 - 60t^2 + 40t^3$$

$$\dot{q}(t) = -120t + 120t^2$$

$$\ddot{q}(t) = -120 + 240t$$







مدرسا المقرر

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