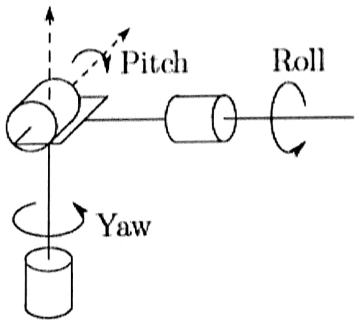
جامعة البعث
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة التصميم والإنتاج – السنة الخامسة معادن

سلم امتحان الفصل الثاني
2023 - 2022
أسس الروبوت الصناعي

الاسم:
المدة: ساعتين
الدرجة: 70 درجة

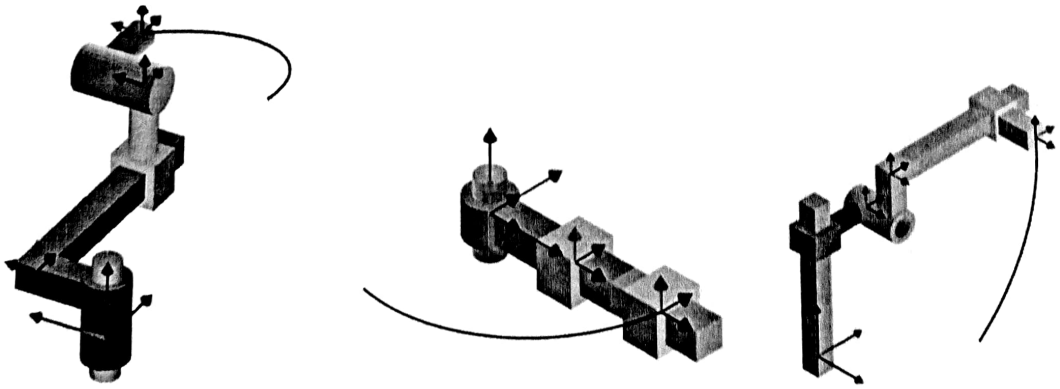
السؤال الأول: (25marks):

1- المعصم هو المفصل في السلسلة الحركية بين الذراع والمؤثر الطرفي. إن أغلب مفاصل المعاصم دورانية وأشهرها المعاصم الكروية التي تتقاطع محاور مفاصلها الثلاثة في نقطة مشتركة تعرف بـ نقطة مركز المعصم **(4 درجات).**



2- الروبوت (a) 3 درجات حرية PRP- الروبوت (b) 3 درجات حرية RPP - الروبوت (c) 3 درجات حرية RPR **(6 درجات).**

3- **(15 درجة)**

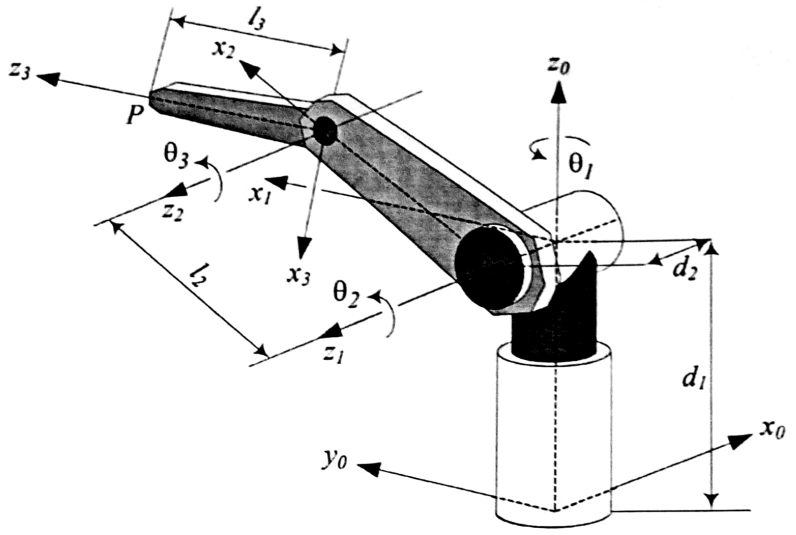


السؤال الثاني (30 درجة):

1- الروبوت RRR ثلاثي درجات الحرية مفاصل دورانية (6 درجات).

2- المحاور الاحداثية موضحة بالشكل (6 درجات):

د. محمد عباس



3- الجدول التالي (8 درجة):

Frame no.	a_i	α_i	d_i	θ_i
1	0	−90 deg	d_1	θ_1
2	l_2	0	d_2	θ_2
3	0	90 deg	l_3	θ_3

4- مصفوفات التحويل (10 درجات):

$$^0T_1 = \begin{bmatrix} \cos\theta_1 & 0 & -\sin\theta_1 & 0 \\ \sin\theta_1 & 0 & \cos\theta_1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad ^1T_2 = \begin{bmatrix} \cos\theta_2 & -\sin\theta_2 & 0 & l_2\cos\theta_2 \\ \sin\theta_2 & \cos\theta_2 & 0 & l_2\sin\theta_2 \\ 0 & 0 & 1 & d_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

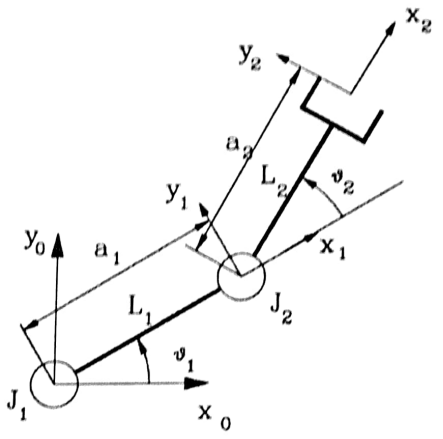
$$^2T_3 = \begin{bmatrix} \cos\theta_3 & 0 & \sin\theta_3 & 0 \\ \sin\theta_3 & 0 & -\cos\theta_3 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

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

$$= \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

حل السؤال الثالث (15marks):

تربط مصفوفة الجاكوبيان (JACOBIAN Matrix) في الروبوتات بين سرعة النهاية المؤثرة وسرعات المفاصل وتفيد في بناء النموذج الحركي للروبوتات وتصميمها



1. العلاقة بين سرعة النهاية المؤثرة وسرعات المفاصل بدلالة (J) : 4 درجات

$$\boxed{x^{\bullet} = J\,\theta^{\bullet}}$$

$$\boxed{\theta^{\bullet} = J^{-1}\,x^{\bullet}}$$

$$\boxed{\frac{d\,\mathbf{x}}{dt} = \mathbf{J}(\mathbf{q})\frac{d\,\mathbf{q}}{dt}}$$

$$\boxed{\dot{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} \mathbf{v} \\ \dot{\gamma} \end{bmatrix} = \mathbf{J}(\mathbf{q})\ \dot{\mathbf{q}}}$$

2. استنتج مصفوفة الجاكوبيان (JACOBIAN Matrix) للذراع الروبوتية المعطاة بالشكل المجاور علماً أن محاور الدوران $z_0;z_1$ متوازية 8 درجات:

$$\boxed{\mathbf{J} = \begin{bmatrix} \mathbf{z_0} \times (\mathbf{p_2} - \mathbf{p_0}) & \mathbf{z_1} \times (\mathbf{p_2} - \mathbf{p_1}) \\ \mathbf{z_0} & \mathbf{z_1} \end{bmatrix}}$$

المقادير الشعاعية الأساسية للمفاصل الروبوت:

$$\mathbf{p_0} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \qquad \mathbf{p_1} = \begin{bmatrix} a_1 C_1 \\ a_1 S_1 \\ 0 \end{bmatrix} \qquad \mathbf{p_2} = \begin{bmatrix} a_1 C_1 + a_2 C_{12} \\ a_1 S_1 + a_2 S_{12} \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{z_0} = \mathbf{z_1} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

إيجاد عناصر مصفوفة الجاكوبيان: