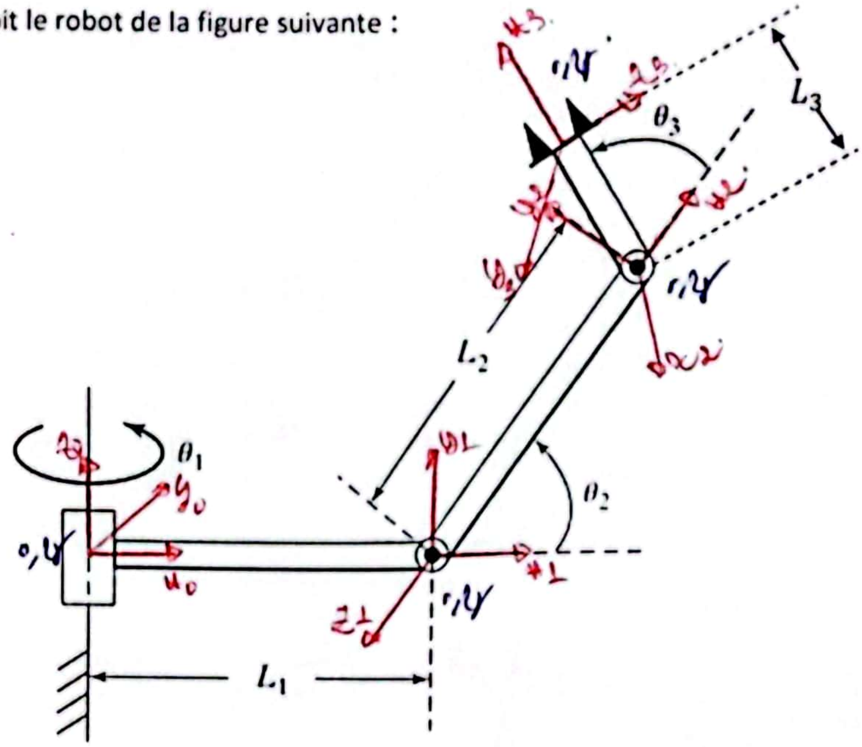
Module : Commande des robots de manipulation

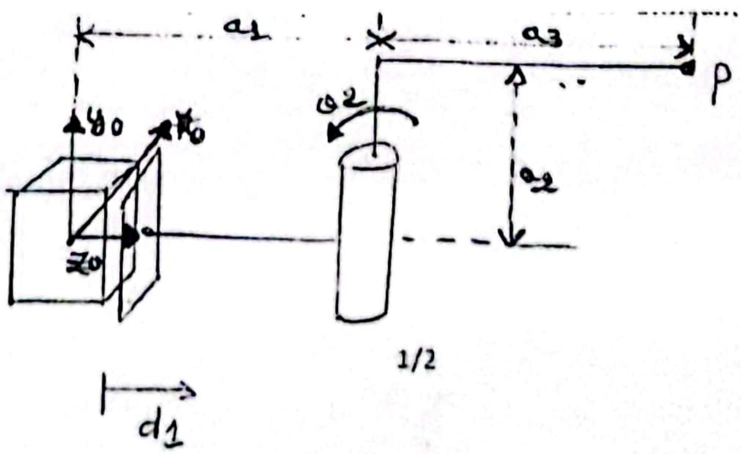
Interrogation écrite 01

Exercice 1 : Soit le robot de la figure suivante :



1. Placer les repères des articulations selon la convention de DH.
2. Donner la table de DH de ce robot.
3. Calculer les matrices de transformation homogènes T_0^1, T_1^2, et T_2^3. En déduire la matrice POS.
4. Exprimer la position de l'extrémité de l'effecteur en fonction des variables articulaires.
5. Vérifier la validité du modèle géométrique sur deux cas particuliers. Pour chaque cas, représenter par une figure la position du robot.

Exercice 2 : Soit le robot suivant. Connaissant la position de l'extrémité de l'effecteur $P(P_x, P_y, P_z)$ dans le repère $R_0(x_0, y_0, z_0)$, calculer le modèle géométrique inverse en utilisant la méthode graphique (par projection).



Solution Interrogation 1 Robotique
M1 AII 2022-2023

Exercice 01

1- placement des repères selon DH (voir sujet). 1pt

2- Table de DH 1,5

	θ_i	d_i	a_i	α_i
1	θ_1	0	l_1	$\pi/2$
2	θ_2	0	l_2	0
3	θ_3	0	l_3	$\pi/2$

0,5 / 0,5 / 0,5

Remarques : plusieurs solutions sont possibles.

= 0 si on choisit $z_3 \parallel$ à z_2.

3- Matrices de transformations. 3pts

$$T_0^1 = \begin{bmatrix} C1 & 0 & S1 & l_1 C1 \\ S1 & 0 & -C1 & l_1 S1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad T_1^2 = \begin{bmatrix} C2 & -S2 & 0 & l_2 C2 \\ S2 & C2 & 0 & l_2 S2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

0,5 0,5

$$T_2^3 = \begin{bmatrix} C3 & 0 & S3 & l_3 C3 \\ S3 & 0 & -C3 & l_3 S3 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$ 0,5

1,5

$$pos = T_0^1 \cdot T_1^2 \cdot T_2^3 = \begin{bmatrix} C1C23 & S1 & C1S23 & C1 l_3 C23 + l_2 C1C2 + l_1 C1 \\ S1C23 & -C1 & S1S23 & S1 l_3 C23 + l_2 S1C2 + l_1 S1 \\ S23 & 0 & -C23 & l_3 S23 + l_2 S2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

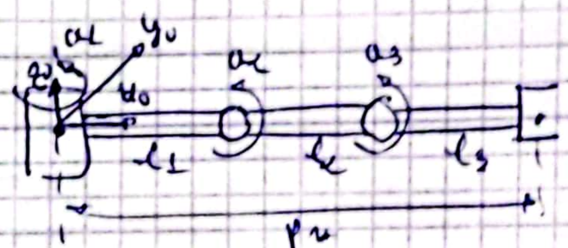
4. Vecteur de position.

$$P = \begin{bmatrix} p_x \\ p_y \\ p_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C1\, l_3\, C23 + l_2\, C1\, C2 + l_1\, C1 \\ S1\, l_3\, C23 + l_2\, S1\, C2 + l_1\, S1 \\ l_3\, S23 + l_2\, S2 \end{bmatrix}$$ 0,1

5. Vérification du MGD. 1 pts

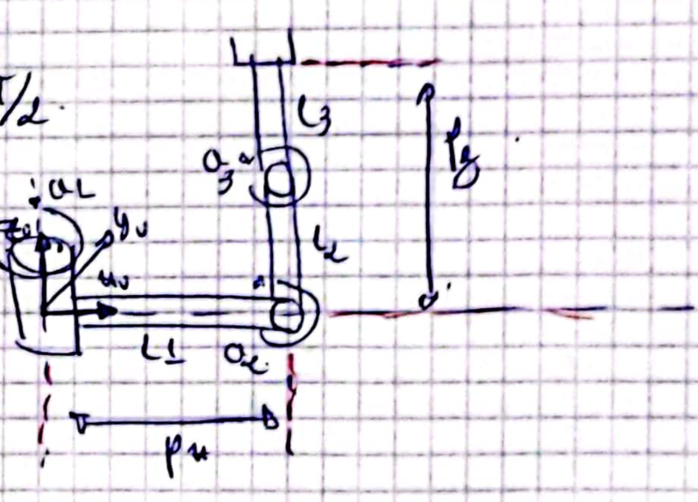
0,1 a/ $\theta_1 = \theta_2 = \theta_3 = 0$.

$$\begin{cases} p_x = l_1 + l_2 + l_3. \\ p_y = 0 \\ p_z = 0 \end{cases}$$



0,1 b/ $\theta_1 = \theta_3 = 0$, $\theta_2 = \pi/2$.

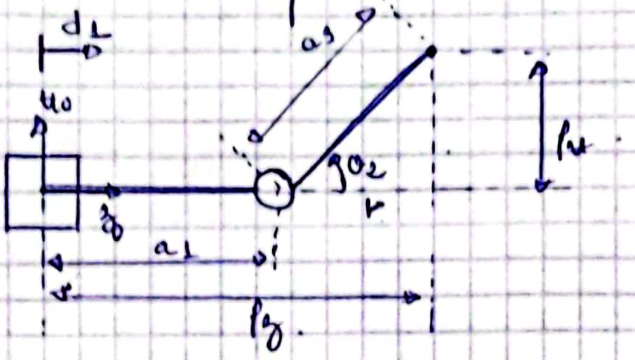
$$\begin{cases} p_x = l_1. \\ p_y = 0 \\ p_z = l_2 + l_3. \end{cases}$$



Fin Exo 1.

3pts **Exercice 2.** MGI par méthode graphique.

Projection dans le plan $x_0 z_0$.



$$P_z = a_1 + d_1 + r \quad \text{avec} \quad r = \sqrt{a_3^2 - P_x^2}$$

$$\Rightarrow \boxed{d_1 = P_z - a_1 - \sqrt{a_3^2 - P_x^2}} \quad 1,5$$

$$\sin\theta_2 = \frac{P_x}{a_3} \; , \quad \cos\theta_2 = \frac{r}{a_3} = \frac{\sqrt{a_3^2 - P_x^2}}{a_3}$$

$$\Rightarrow \boxed{\theta_2 = \mathrm{Atan2}\left(P_x , \sqrt{a_3^2 - P_x^2}\right)} \quad 1,5$$

fin