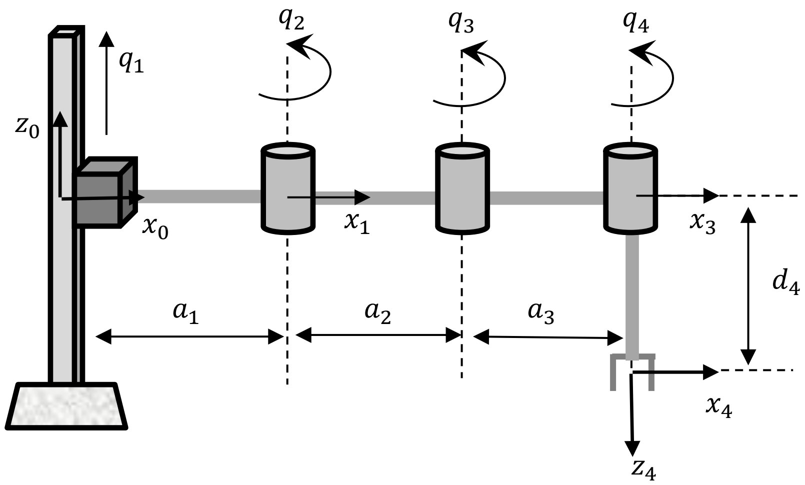
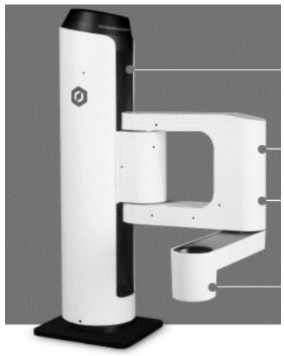
Contrôle : Modélisation et commande des robots de manipulation

Durée : 2H00

Exercice 1 : Soit le robot PRRR suivant représenté dans sa position de référence où le vecteur des variables articulaire est nul $[q_1\ q_2\ q_3\ q_4]^T = [0\ 0\ 0\ 0]^T$.





1. Rajouter les repères manquants sur la figure en respectant la convention de DH.
2. Remplir la table de DH.
3. Donner l'expression des matrices de transformation $T_0^1, T_1^2, T_2^3, T_3^4$, et en déduire le modèle géométrique direct du robot.
4. Vérifier la validité du modèle géométrique sur ces deux cas particuliers :
   a. $[q_1\ \ q_2\ \ q_3\ \ q_4]^T = [0\ \ 0\ \ 0\ \ 0]^T$
   b. $[q_1\ \ q_2\ \ q_3\ \ q_4]^T = [0\ \ \pi/2\ \ 0\ \ 0]^T$
5. Soit V_4^0 le vecteur des vitesses linéaires de l'extrémité de l'effecteur par rapport au repère de référence $R_0\ et\ \omega$ la vitesse de rotation de l'effecteur autour de l'axe Z_0.
   - Calculer le Jacobien J sachant que :

$$\begin{bmatrix} V_{4,x}^0 \\ V_{4,y}^0 \\ V_{4,z}^0 \\ \omega \end{bmatrix} = J.\begin{bmatrix} \dot{q}_1 \\ \dot{q}_2 \\ \dot{q}_3 \\ \dot{q}_4 \end{bmatrix}$$

   - Vérifier la validité du Jacobien (modèle cinématique) pour le cas $[q_1\ q_2\ q_3\ q_4]^T = [0\ 0\ 0\ 0]^T$.

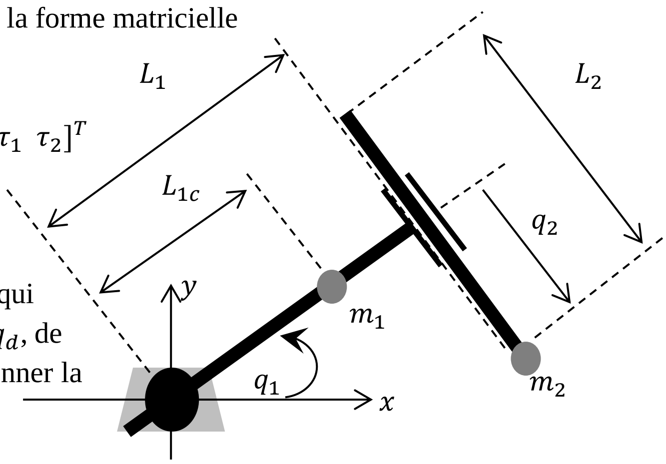
Exercice 2 : Soit le robot RP suivant. m_1 et m_2 sont les masses des segments l_1 et l_2 respectivement.

1. Calculer l'énergie cinétique du robot.
2. Calculer l'énergie potentielle du robot.
3. Calculer le modèle dynamique du robot et exprimer-le sous la forme matricielle suivante

$$M(q)\ddot{q} + C(q,\dot{q})\dot{q} + G(q) = \tau$$

Avec $q = [q_1\ \ q_2]^T$ le vecteur des variables articulaires, $\tau = [\tau_1\ \ \tau_2]^T$ les couples des moteurs montés sur les articulations, $M(q)$ la matrice des masses, $C(q,\dot{q})$ la matrice de Coriolis déterminée par les symboles de Christoffel, $G(q)$ le vecteur de gravité.

4. Concevoir un controleur basé sur le modèle dynamique qui assure la poursuite des trajectoires de référence ; de position q_d, de vitesse $\dot{q}_d$ et d'accélération $\ddot{q}_d$; dans l'espace articulaire. Donner la représentation complète du système en boucle fermée.



Bon courage