

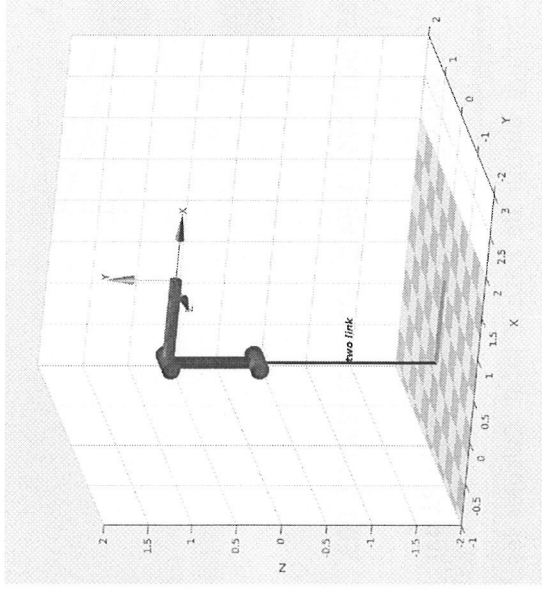
EXAMEN FINAL
MC55 - Robotique Industrielle
Printemps 2021

Note 1 : une feuille de synthèse manuscrite est autorisée.

Note 2 : faire la partie 1 sur une copie d'examen et la partie 2 et 3 sur une autre copie.

1. Singularités cinématiques (6 pts)

Soit le robot 2 axes (RR) représenté par la figure ci-dessous et par son tableau de DH suivant :



Robot 2 axes $\mathbf{q} = [\theta_1 \ \theta_2] = [\pi/2 \ \pi/2]$

La modélisation géométrique directe de ce robot nous donne les deux matrices de de passage suivantes :

$${}^0M_1 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_1) & -\sin(\theta_1) & 0 & \cos(\theta_1) \\ \sin(\theta_1) & \cos(\theta_1) & 0 & \sin(\theta_1) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$${}^1M_2 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_2) & -\sin(\theta_2) & 0 & \cos(\theta_2) \\ \sin(\theta_2) & \cos(\theta_2) & 0 & \sin(\theta_2) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

et par conséquent le MGD suivant :

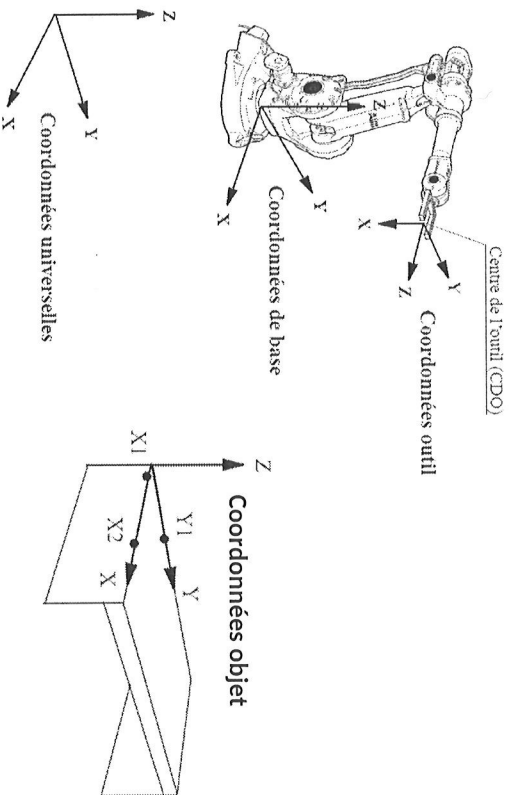
$${}^0T_2 = \begin{bmatrix} \cos(\theta_1 + \theta_2) & -\sin(\theta_1 + \theta_2) & 0 & \cos(\theta_1 + \theta_2) + \cos(\theta_1) \\ \sin(\theta_1 + \theta_2) & \cos(\theta_1 + \theta_2) & 0 & \sin(\theta_1 + \theta_2) + \sin(\theta_1) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Questions :

- Construire et calculer la jacobienne $\mathbf{J}(\mathbf{q})$ de ce robot.
- Étudier les singularités cinématiques de ce robot.

Rappel : $\det \left(\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \right) = ad - cb$

2. Repères du robot (6 pts)



Questions :

- Le repère objet est défini par la méthode 3-points : X1(235, 501, 491), X2(421 501, 491), Y1(757, 805, 491). Calculer l'origine du repère objet.
- Un point est défini par rapport à ce repère objet : P1(-46, -19, 82). Calculer les coordonnées du P1 par rapport au repère universel.
- Le repère objet est ensuite tourné de 83° dans le sens horaire autour de l'axe Z local. Calculer les coordonnées du P1 par rapport au repère universel après la rotation.

3. Loi de mouvement (8 pts)

Etudier la méthode de base qui définit le mouvement d'un point de départ Xd à un point d'arrivée Xa à l'aide d'un profil d'accélération Bang-Bang.

$$\begin{cases} x(t) = at^2 + bt + c, 0 \leq t \leq T/2 \\ |x(t)| = d|t - T|^2 + e|t - T| + f, T/2 \leq t \leq T \end{cases}$$

- Xd=186 mm, Xa=-43 mm, T=4,2 s. Décrire et calculer les formules de mouvement Bang-Bang (a, b, c, d, e, f).
- Calculer la vitesse maximale et l'accélération maximale pour ce mouvement sans contrainte.
- Si on considère la contrainte de l'accélération absolue maximale Amax = 40 mm/s², quelle est la durée du mouvement ?
- Si on prend en compte encore la contrainte de la vitesse absolue maximale Vmax = 100 mm/s, quelle sera la durée du mouvement ?