

TD 2

Robot de soudure

L'étude suivante porte sur un robot de soudure dont une modélisation est proposée sur la figure de la page suivante.

Le robot est supposé constitué de 4 segments (ou solides) articulés entre eux, le premier solide étant articulé sur un solide fixe S_0 . Le robot est de type RRRT, où R désigne un mouvement relatif de type Rotation entre deux segments consécutifs et T désigne un mouvement relatif de type Translation.



Le solide S_0 , appelé **base**, est fixé au sol de l'atelier. Soit $R_0(O_0, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ un repère lié à la base.

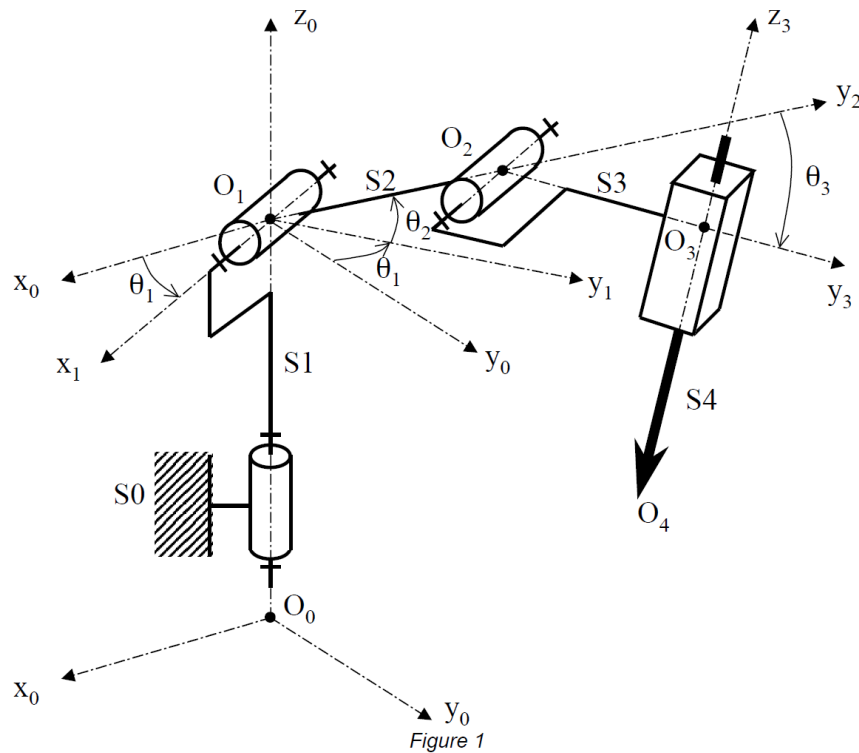
Le solide S_1 , appelé **fût**, est animé d'un mouvement de rotation autour de l'axe (O_0, \vec{z}_0) par rapport à la base S_0 . Ce mouvement de rotation est assuré par un moteur M_1 non représenté. Soit $R_1(O_1, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)$ un repère lié au fût. On pose $\theta_1 = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$ et $\vec{O_0O_1} = L_0 \cdot \vec{z}_0$ avec $L_0 = 70 \text{ cm}$.

Le solide S_2 , appelé **bras**, est animé d'un mouvement de rotation autour de l'axe (O_1, \vec{x}_1) par rapport au fût S_1 . Ce mouvement de rotation est assuré par un moteur M_2 non représenté. Soit $R_2(O_1, \vec{x}_1, \vec{y}_2, \vec{z}_2)$ un repère lié au bras. On pose $\theta_2 = (\vec{y}_1, \vec{y}_2) = (\vec{z}_0, \vec{z}_2)$ et $\vec{O_1O_2} = L_1 \cdot \vec{y}_2$ avec $L_1 = 70 \text{ cm}$.

Le solide S_3 , appelé **avant-bras**, est animé d'un mouvement de rotation autour de l'axe (O_2, \vec{x}_1) par rapport au bras S_2 . Ce mouvement de rotation est assuré par un moteur M_3 non représenté. Soit $R_3(O_2, \vec{x}_1, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$ un repère lié à l'avant-bras. On pose $\theta_3 = (\vec{y}_2, \vec{y}_3) = (\vec{z}_2, \vec{z}_3)$ et $\vec{O_2O_3} = L_2 \cdot \vec{y}_3$ avec $L_2 = 40 \text{ cm}$.

Le solide S_4 , appelé **organe terminal**, est animé d'un mouvement de translation suivant la direction \vec{z}_3 par rapport à l'avant-bras S_3 . Ce mouvement de translation est assuré par un vérin linéaire V_4 non représenté. Soit $R_4(O_4, \vec{x}_1, \vec{y}_3, \vec{z}_3)$ un repère lié à l'organe terminal. On pose $\vec{O_4O_3} = L_3\vec{z}_3$.

Les mouvements du robot sont étudiés dans le repère $R_0(O_0, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ lié à la base et supposé galiléen. L'axe (O_0, \vec{z}_0) est vertical ascendant.



Modélisation du robot de soudure

Cahier des charges

Un cordon de soudure ne doit pas être réalisé à une vitesse supérieure à 5 cm/s.

Caractéristiques du vérin

Vitesse maximale : 0,1 m/s

Accélération maximale : 1 m/s²

Caractéristiques des moteurs (après réduction)

Vitesse de rotation maximale : 0,03 rad/s

Accélération angulaire maximale : 1 rad/s²

Etude cinématique

Dans cette partie, on s'intéresse plus particulièrement à la caractérisation de la position de l'organe terminal en fonction des variables articulaires $(\theta_1, \theta_2, \theta_3, L_3)$ ainsi qu'à la commande des axes pour accomplir une tâche donnée, c'est-à-dire pour réaliser le déplacement d'une pièce suivant une trajectoire donnée.

Q1 : Mettre en place les 3 figures de projection relatives aux rotations $(\theta_1, \theta_2, \theta_3)$.

Q2 : Calculer le vecteur vitesse $\overrightarrow{V}(O_4 \in S_4/R_0)$ en fonction des vitesses angulaires $\dot{\theta}_i$, de la vitesse de translation \dot{L}_3 et des paramètres géométriques.

Déplacement horizontal de l'axe terminal

On souhaite réaliser un cordon de soudure d'axe $(O_0, \overrightarrow{y}_0)$ (voir figure précédente). Il est nécessaire, pour que le cordon de soudure soit correctement réalisé, que l'angle $\alpha = (\overrightarrow{z}_0, \overrightarrow{z}_3)$ soit constant et que $\overrightarrow{V}(O_4 \in S_4/R_0) = V \cdot \overrightarrow{y}_0$ avec $V = \text{cste}$.

Q3 : Quelles conditions la réalisation de ce cordon implique-t-elle sur les paramètres angulaires θ_i ?

Q4 : En déduire deux relations scalaires liant les paramètres angulaires θ_i , leurs dérivées et L_3 à α et V .

Q5 : Pour $\alpha = 0$, déterminer la vitesse maximale V . Conclure par rapport au cahier des charges.