

TD2 : Interface esclave

Mise en situation

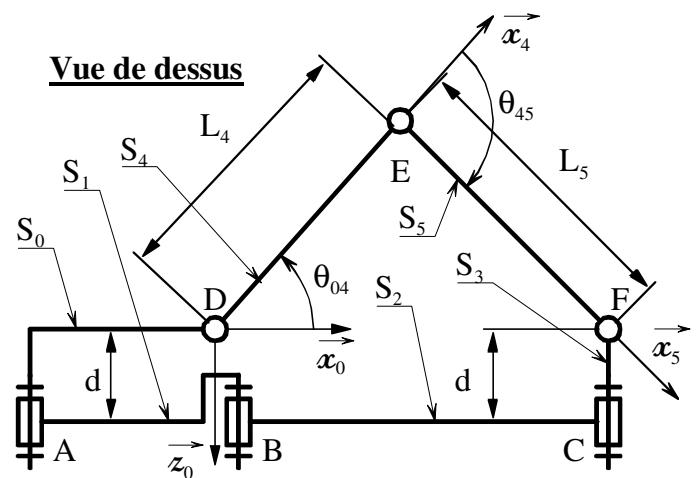
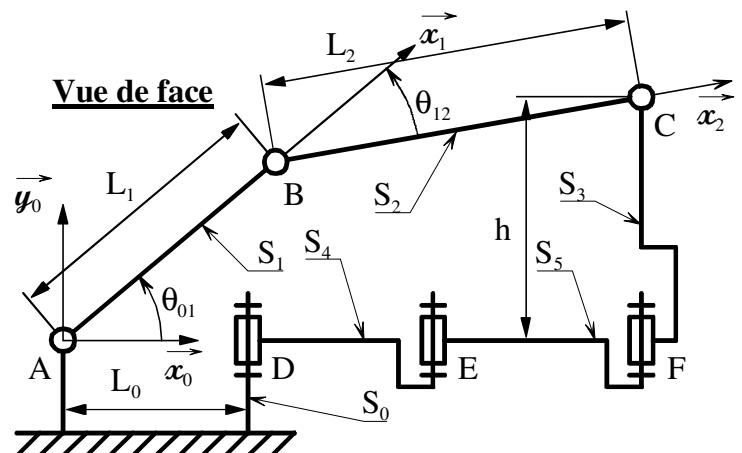
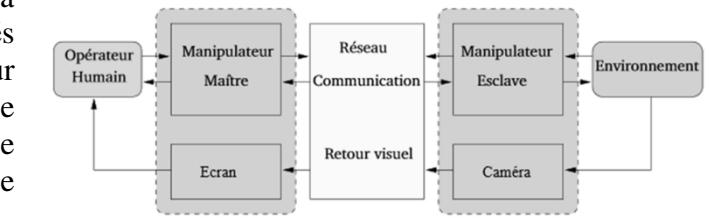
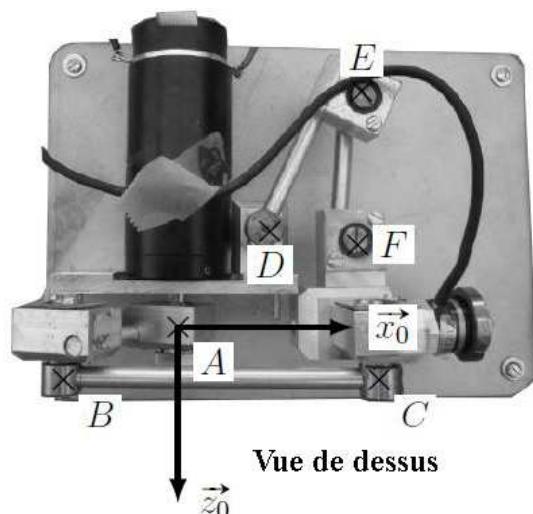
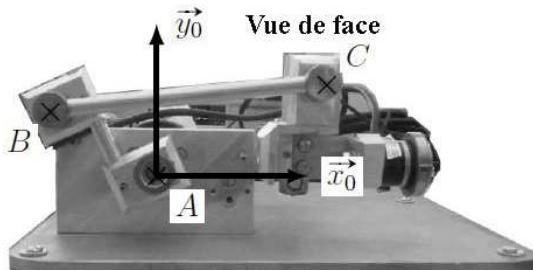
La téléopération ou téléchirurgie consiste à mettre en relation deux manipulateurs appelés communément maître et esclave. Le manipulateur maître permet au chirurgien de donner sa consigne de déplacement à l'aide d'un levier de commande tandis que l'esclave l'exécute au contact de l'environnement (l'organe à opérer).

Les deux sous-systèmes échangent des informations de déplacement et d'effort au travers d'un ou plusieurs canaux de communication. Un retour visuel est également mis en place. Notre étude se limite à l'étude d'un prototype de l'interface esclave, mécanisme du manipulateur esclave.

Modélisation du manipulateur esclave

Ce mécanisme est constitué d'une manivelle (Solide S_1) qui est mue en rotation par rapport au bâti (Solide S_0) à l'aide d'un motoréducteur commandé par le manipulateur maître.

L'outil qui opère l'organe est lié au mandrin (Solide S_3). La liaison entre la manivelle S_1 et le mandrin S_3 se fait par trois barres : Solides S_2 , S_4 et S_5 . On donne ci-dessous deux vues photographique du mécanisme ainsi qu'un schéma cinématique suivant ces deux mêmes vues.



On note les bases \mathcal{B}_i liés au différents solides S_i :

$$\mathcal{B}_i = (\vec{x}_i, \vec{y}_i, \vec{z}_i)$$

On donne également les différentes dimensions des solides S_i :

$$\text{Manivelle } S_1 : \overrightarrow{AB} = L_1 \cdot \vec{x}_1$$

$$\text{Barre } S_2 : \overrightarrow{BC} = L_2 \cdot \vec{x}_2$$

$$\text{Barre } S_4 : \overrightarrow{DE} = L_4 \cdot \vec{x}_4$$

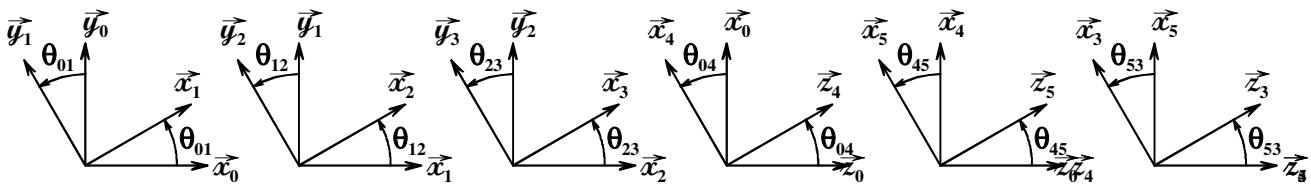
$$\text{Barre } S_5 : \overrightarrow{BC} = L_2 \cdot \vec{x}_2$$

$$\text{Mandrin } S_3 : \overrightarrow{FC} = h \cdot \vec{y}_3 - d \cdot \vec{z}_3$$

Paramétrage du mécanisme

On pose les différents paramètres angulaires liés aux différentes liaisons du mécanisme :

- ☞ Liaison de centre A : $\theta_{01} = (\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{x_1}) = (\overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{y_1})$ Vitesse angulaire : $\omega_{10}^z = \frac{d\theta_{01}(t)}{dt}$
- ☞ Liaison de centre B : $\theta_{12} = (\overrightarrow{x_1}, \overrightarrow{x_2}) = (\overrightarrow{y_1}, \overrightarrow{y_2})$ Vitesse angulaire : $\omega_{21}^z = \frac{d\theta_{12}(t)}{dt}$
- ☞ Liaison de centre C : $\theta_{23} = (\overrightarrow{x_2}, \overrightarrow{x_3}) = (\overrightarrow{y_2}, \overrightarrow{y_3})$ Vitesse angulaire : $\omega_{32}^z = \frac{d\theta_{23}(t)}{dt}$
- ☞ Liaison de centre D : $\theta_{04} = (\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{x_4}) = (\overrightarrow{z_0}, \overrightarrow{z_4})$ Vitesse angulaire : $\omega_{40}^y = \frac{d\theta_{04}(t)}{dt}$
- ☞ Liaison de centre E : $\theta_{45} = (\overrightarrow{x_4}, \overrightarrow{x_5}) = (\overrightarrow{z_4}, \overrightarrow{z_5})$ Vitesse angulaire : $\omega_{54}^y = \frac{d\theta_{45}(t)}{dt}$
- ☞ Liaison de centre F : $\theta_{53} = (\overrightarrow{x_5}, \overrightarrow{x_3}) = (\overrightarrow{z_5}, \overrightarrow{z_3})$ Vitesse angulaire : $\omega_{35}^y = \frac{d\theta_{53}(t)}{dt}$



Question 1.

Réaliser un graphe de structure du mécanisme.

Question 2.

- En écrivant la loi de composition des mouvements, déterminer l'expression, en fonction de ω_{10}^z , ω_{21}^z , et ω_{32}^z , du vecteur rotation du mandrin S_3 par rapport au bâti S_0 : $\vec{\Omega}_{3/0}$.
- En écrivant la loi de composition des mouvements, déterminer l'expression, en fonction de ω_{40}^y , ω_{54}^y , et ω_{35}^y , du vecteur rotation du mandrin S_3 par rapport au bâti S_0 : $\vec{\Omega}_{3/0}$.
- En déduire le type de mouvement du mandrin S_3 par rapport au bâti S_0 .

Question 3.

- Montrer que le vecteur vitesse du point C appartenant au mandrin S_3 par rapport au bâti S_0 s'écrit : $\vec{V}_{C \in S3/S0} = \lambda_1 \cdot \vec{y}_1 + \lambda_2 \cdot \vec{y}_2$ et donner les expressions de λ_1 et λ_2 en fonction de L_1 , L_2 , ω_{10}^z et ω_{21}^z .
- Montrer que le vecteur vitesse du point F appartenant au mandrin S_3 par rapport au bâti S_0 s'écrit : $\vec{V}_{F \in S3/S0} = \lambda_4 \cdot \vec{z}_4 + \lambda_5 \cdot \vec{z}_5$ et donner les expressions de λ_4 et λ_5 en fonction de L_4 , L_5 , ω_{40}^y et ω_{54}^y .
- En déduire la direction du mouvement du mandrin S_3 par rapport au bâti S_0 .

Question 4.

- Etant donné les résultats précédents, quel est le degré de mobilité du mécanisme ?
- En déduire de deux manières différentes le degré d'hyperstatisme du mécanisme.

Question 5.

Proposer une modification de la liaison de la liaison de centre C permettant de rendre le mécanisme isostatique. Donner le torseur cinématique de la liaison proposée ainsi que son nom, son centre et son orientation. Justifier votre réponse par une analyse cinématique du cycle du mécanisme. On notera cependant qu'il n'est pas nécessaire de transporter les torseurs en un même point.