

CI 3 – CIN : ÉTUDE DU COMPORTEMENT CINÉMATIQUE DES SYSTÈMES

CHAPITRE 4 – ÉTUDE DES CHAÎNES FERMÉES : DÉTERMINATION DES LOIS ENTRÉE – SORTIE

Compétences

Résoudre : à partir des modèles retenus :

- choisir une méthode de résolution analytique, graphique, numérique ;
- mettre en œuvre une méthode de résolution.

Rés – Cl.1 : Loi entrée sortie géométrique et cinématique – Fermeture géométrique.

Simulateur de conduite

D'après concours CCP – PSI – 2014.

Les simulateurs de conduite sont peuvent être utilisés pour des travaux de recherche (comportement humain dans différents contextes de conduite, aider à la conception d'un véhicule ...) pour aider à l'apprentissage de la conduite à moindre coût ou encore dans le cadre de jeux vidéos. Le simulateur présenté ici est développé par la société SimXperience.



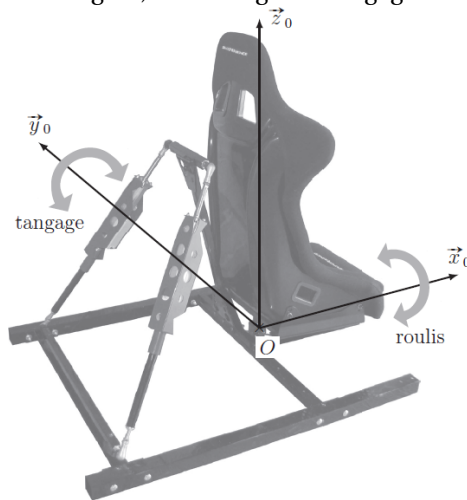
Objectifs

On s'intéresse à la restitution des sensations de mouvement par le système et en particulier les mouvements de tangages. Pour cela, on désire savoir si la structure mécanique adoptée permettra d'autoriser les débattements imposés par le cahier des charges ***.

On donne un extrait du cahier des charges.

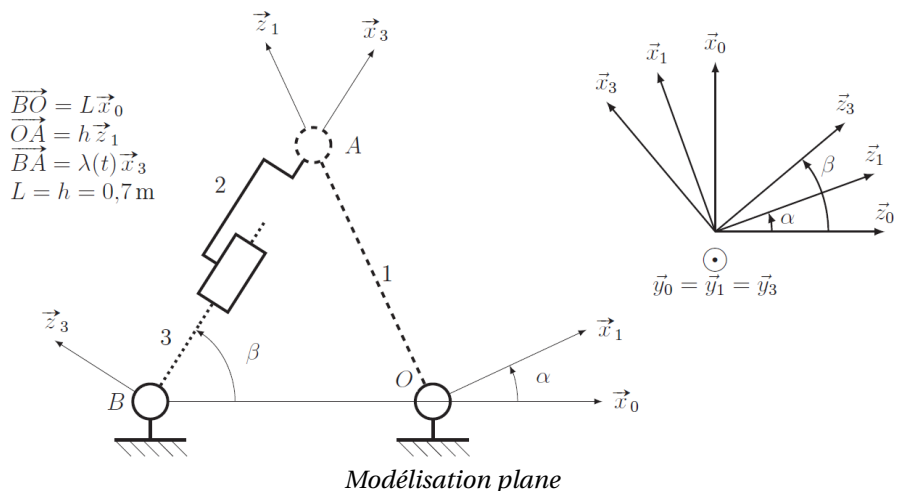
Diagramme de cas des utilisations

On ne s'intéresse qu'au mouvement de tangage. Dans ces conditions, les deux vérins présentés sur le système réel ci-dessous sont modélisables par un vérin équivalent dont on donne la modélisation plane équivalente. Sur le paramétrage donné sur la figure, α est l'angle de tangage du siège par rapport au châssis.



Systeme réel

Diagramme d'exigences



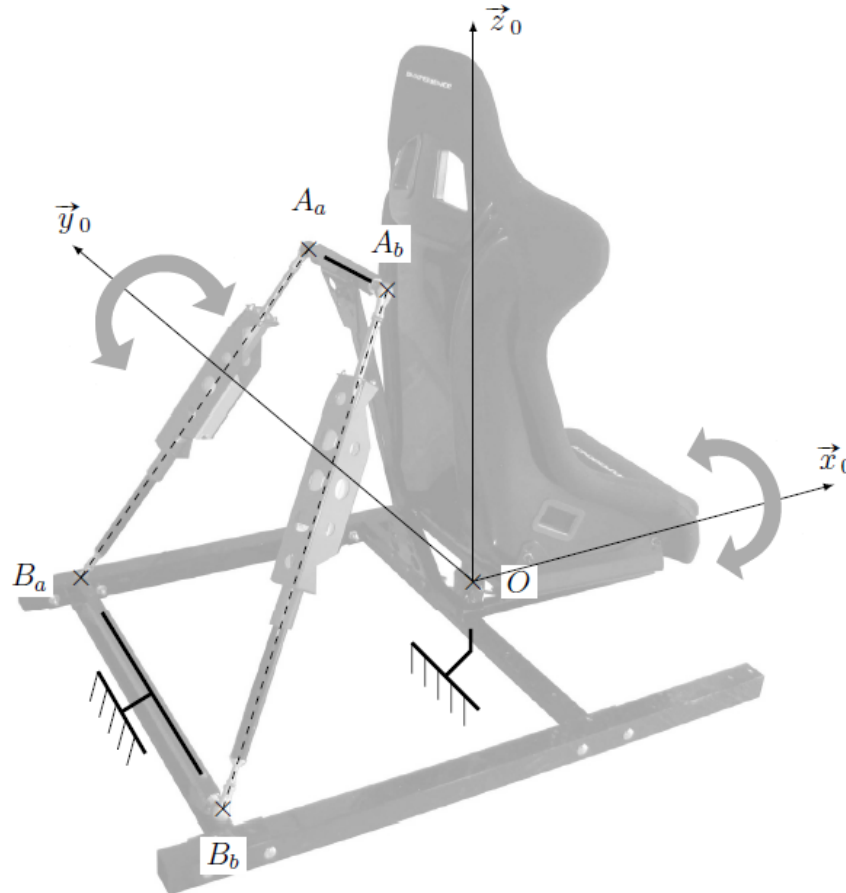
La cinématique retenue pour le simulateur est basée sur une structure articulée permettant deux degrés de liberté par l'intermédiaire de deux vérins linéaires asservis. On désigne par **(3a)** et **(3b)** les corps des vérins en liaison sphérique avec le châssis noté **(0)**, **(2a)** et **(2b)** les tiges des vérins en liaison sphérique avec le siège noté **(1)**, lui même en liaison avec le châssis. Les tiges des vérins sont en liaison glissière avec les corps des vérins. La liaison entre le siège et le châssis est réalisée par un joint de cardan **(C)** qui autorise deux rotations (selon les axes (O, \vec{x}_0) et (O, \vec{y}_0)).

Question 1

Réaliser le graphe de liaisons de la structure articulée (système réel).

Question 2

Réaliser le schéma cinématique 3D de la structure articulée en vous aidant du tracé ci-dessous.



Question 3

Exprimer λ en fonction de α et des dimensions constantes du système.

Écrivons la fermeture vectorielle dans le triangle ABO :

$$\overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BO} = \overrightarrow{0} \Leftrightarrow h \overrightarrow{z_1} - \lambda(t) \overrightarrow{x_3} + L \overrightarrow{x_0} = \overrightarrow{0}$$

En projetant l'équation vectorielle sur $\overrightarrow{x_0}$ et $\overrightarrow{z_0}$ on obtient :

$$\begin{cases} h \overrightarrow{z_1} \cdot \overrightarrow{x_0} - \lambda(t) \overrightarrow{x_3} \cdot \overrightarrow{x_0} + L \overrightarrow{x_0} \cdot \overrightarrow{x_0} = 0 \\ h \overrightarrow{z_1} \cdot \overrightarrow{z_0} - \lambda(t) \overrightarrow{x_3} \cdot \overrightarrow{z_0} + L \overrightarrow{x_0} \cdot \overrightarrow{z_0} = 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} h \cos\left(\frac{\pi}{2} - \alpha(t)\right) - \lambda(t) \cos(t) \beta + L = 0 \\ h \cos \alpha(t) - \lambda(t) \cos\left(\frac{\pi}{2} + \beta(t)\right) = 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} h \sin \alpha(t) - \lambda(t) \cos \beta(t) + L = 0 \\ h \cos \alpha(t) + \lambda(t) \sin \beta(t) = 0 \end{cases}$$

On souhaite supprimer l'angle β ; donc :

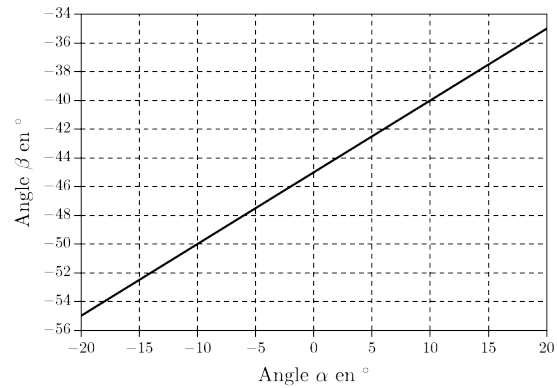
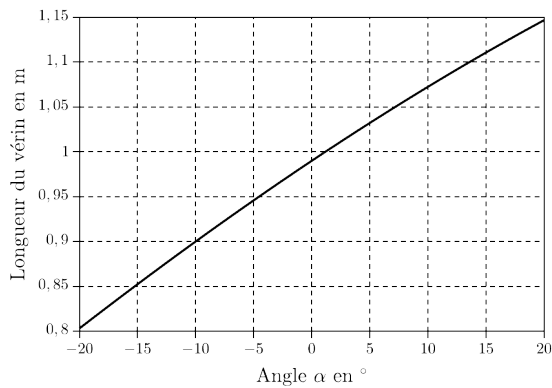
$$\begin{cases} \lambda(t) \cos \beta(t) = h \sin \alpha(t) + L \\ \lambda(t) \sin \beta(t) = -h \cos \alpha(t) \end{cases} \Rightarrow \lambda(t)^2 = h^2 \sin^2 \alpha(t) + L^2 + 2hL \sin \alpha(t) + h^2 \cos^2 \alpha(t)$$

On a donc :

$$\lambda(t)^2 = h^2 + L^2 + 2hL \sin \alpha(t) \Rightarrow \lambda(t) = \sqrt{h^2 + L^2 + 2hL \sin \alpha(t)}$$

Corrigé

On donne ci-dessous les courbes obtenues à partir des deux relations déterminées précédemment. Lorsque l'assise du siège est horizontale, l'angle α est nul, le vérin est alors à mi course (la longueur λ est de 0,99 m). La course du vérin équivalent est de 0,15 m, lambda peut donc varier de $\pm 0,075$ m autour de 0,99 m.



Question 4

Déterminer le débattement angulaire et comparer la valeur obtenue à celle du cahier des charges.

On approche les deux courbes du par des droites au voisinage de $\alpha = 0$: $\lambda = \lambda_0 + K_\alpha \alpha$ et $\beta = \beta_0 + K_\beta \alpha$.

Question 5

En utilisant les courbes précédentes, donner les valeurs numériques de K_α , K_β et β_0 . Conserver les unités définies sur les figures.