TD 3 - Cinétique du Solide – Moteur radial Calzoni

Modélisation

Le moteur hydraulique est un actionneur qui convertit une puissance hydraulique en puissance mécanique : P (Pa) × Q (m^3/s) → C (N.m) × Ω (rad/s). Ces moteurs ont la particularité d'être capable de fournir de très forts couples à des vitesses lentes. Ils fonctionnent donc souvent sans ajout de réducteur. A poids comparable, un moteur hydraulique peut être jusqu'à dix fois plus puissant et « coupleux » qu'un moteur électrique ! C'est la raison pour laquelle on les rencontre dans les applications exigeantes de type engins de BTP : le moteur thermique fait tourner les pompes qui alimentent le circuit hydraulique et ce sont des vérins et des moteurs hydrauliques qui fournissent les efforts et les couples. Une telle transmission (Pompe → Vérin ou Moteur) est dite hydrostatique.

Le moteur étudié est de type 'cylindrée fixe et pistons radiaux' (axe piston perpendiculaire à l'axe de rotation). Le modèle adopté est donné ci-dessous :

$(\vec{x_0}, \vec{x_1}) = \alpha(t)$

$(\vec{x_0}, \vec{x_2}) = \theta(t)$

$\overrightarrow{EA} = 2\overrightarrow{EO} = 2b\vec{z}$

$\overrightarrow{OB} = e\vec{x_2}$

$\overrightarrow{BC} = X\vec{x_1}$

$\overrightarrow{OC} = H\vec{x}$

$e = 20\ mm$

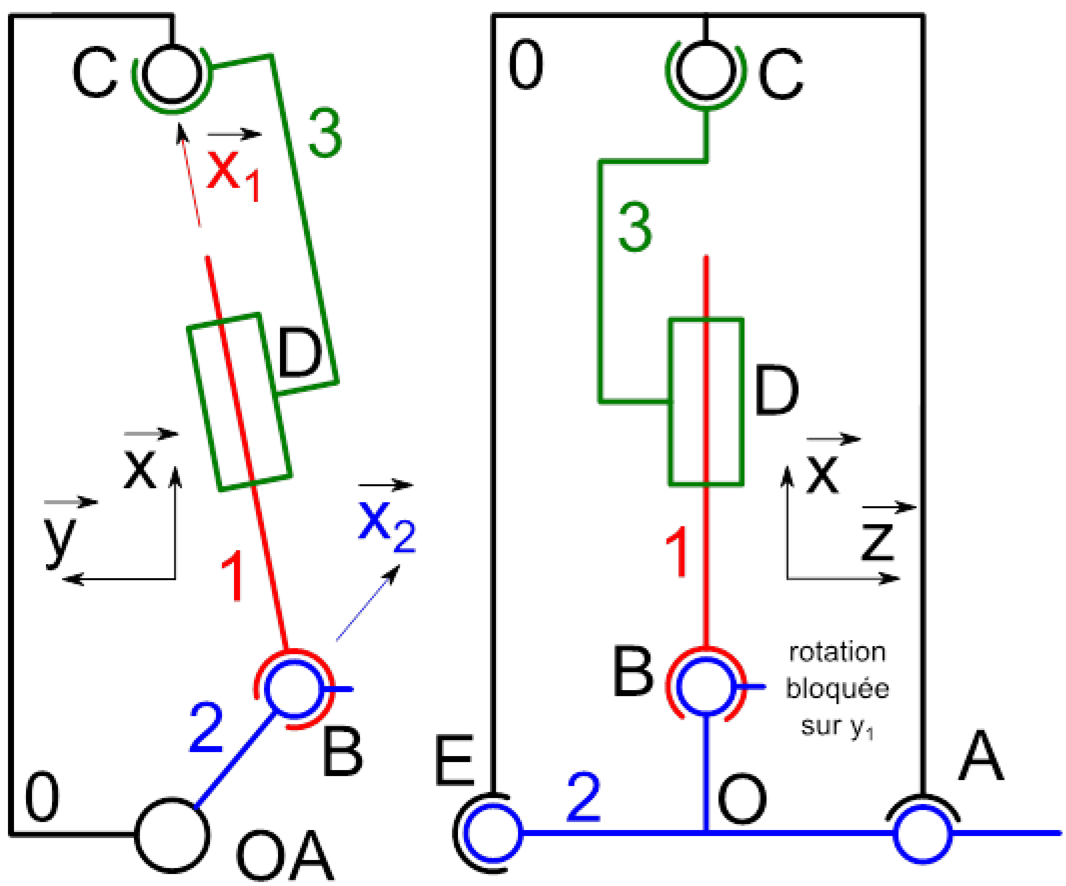
$H = 160\ mm$

$D_{piston} = 35\ mm$

Force de pression et couple récepteur :

$\{\tau_{Fluide\to1}\} = \begin{Bmatrix} -PS\vec{x_1} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_D$

$\{\tau_{Ext\to2}\} = \begin{Bmatrix} \vec{0} \\ C_r\vec{z} \end{Bmatrix}$



Questions

Q1 : Proposer une méthode permettant de déterminer X(t) et α(t) en fonction de e, H et θ.

Après application de cette méthode, on obtient :

$X(t) = \sqrt{H^2 + e^2 - 2.E.H.cos\theta}$ et $tan\alpha = -\frac{e.sin\theta}{H-e.cos\theta}$

Et si $e \ll H$ $X(t) \approx H - e.cos\theta$ et $\alpha(t) \approx -\frac{e}{H}.sin\theta$

Pour toute la suite, nous considèrerons les deux liaisons rotules entre 2 et 0 comme équivalentes à une seule liaison pivot (en A ou E).

Q2 : Proposer un graphe des liaisons pour le mécanisme avec un seul piston. Les torseurs cinématiques et d'inter-effort associés à chaque liaison seront précisés. Le fluide sera représenté comme un « élément » agissant sur 1 et 3. Les poids des différentes pièces sont négligés.

Les poids sont négligés mais pas les effets d'inerties.

On considère les masses m_i et les centres de gravités Gi : $\overrightarrow{OG_2} = a\vec{z} + \lambda\overrightarrow{x_2}$; $\overrightarrow{G_3C} = h\overrightarrow{x_1}$; $\overrightarrow{BG_1} = d\overrightarrow{x_1}$

Le solide 2 présente un plan de symétrie $(G_2, \overrightarrow{x_2}, \vec{z})$.

Les solides 1 et 3 ont respectivement un axe de révolution $(G_1, \overrightarrow{x_1})$ et $(G_3, \overrightarrow{x_1})$

Pour simplifier les calculs, on supposera une seule rotation pour la liaison rotule entre 3 et 1 : $\overrightarrow{\Omega_{3/O}} = \dot{\alpha}.\vec{z}$

Q3 : Donner les formes des matrices d'inertie de chaque solide en leur centre de gravité. Si la forme est identique en d'autres points (et/ou repères), le signaler.

Q4 : Déterminer le torseur cinétique de 2 par rapport à 0 au point O. Préciser s'il existe plusieurs façons de procéder.

Q5 : Déterminer le torseur cinétique de 3 par rapport à 0 au point C.

Q6 : Déterminer le torseur cinétique de 1 par rapport à 0 au point C.

Q7 : Déterminer le torseur dynamique de 2 par rapport à 0 en O.

Q8 : Déterminer le torseur dynamique de 1 par rapport à 0 en C.

Q9 : Déterminer le torseur dynamique de 1+3 par rapport à 0 en C.

On considère que les masses sont suffisamment faibles pour que les poids et les effets dynamiques soient négligés devant les efforts dus à la pression du fluide.

Q10 : Détailler la succession d'isolements permettant de déterminer l'expression du couple sur l'arbre.