

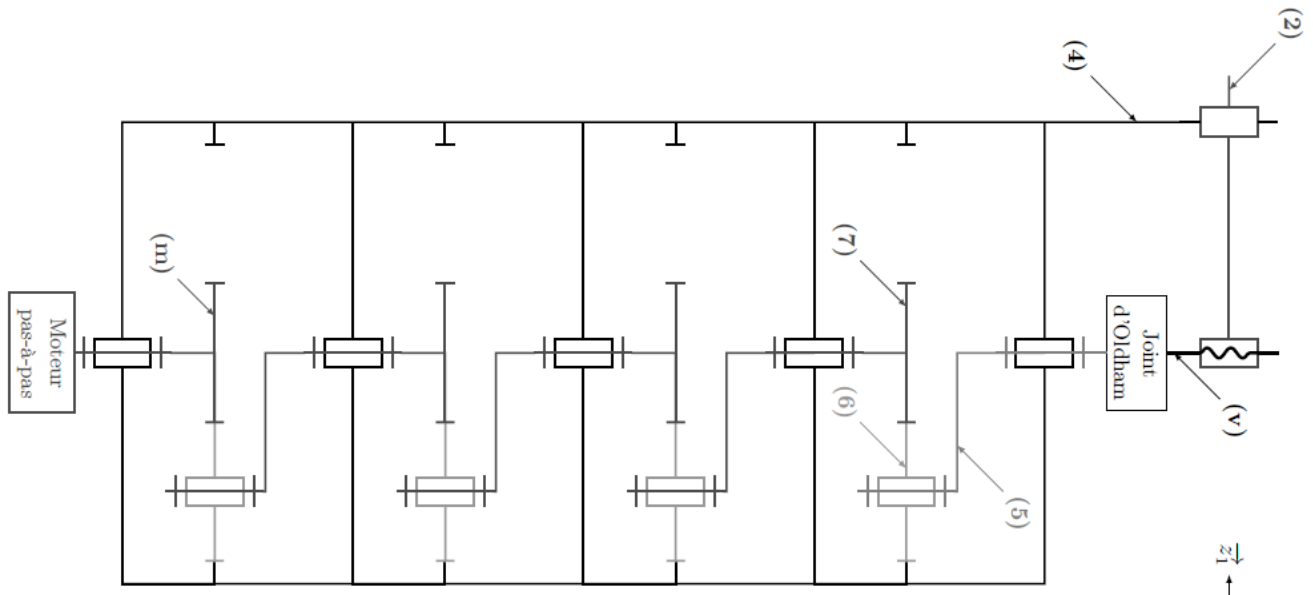
DS4 Sciences de l'Ingénieur, MPSI1, avril 24

Durée : 1h

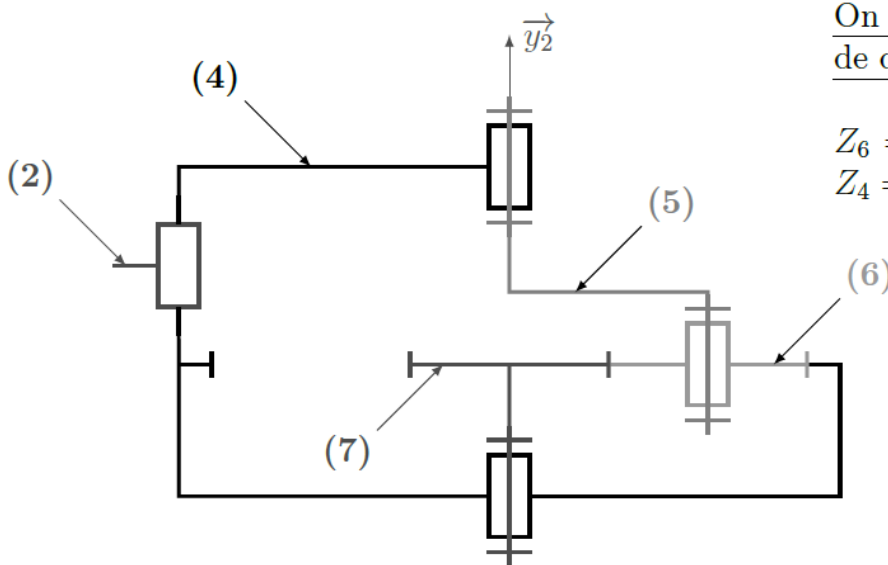
Corrigé sur le site : <http://perso.numericable.fr/starnaud/>

Exercice 1

Un système de transformation de mouvement comporte un à train épicycloïdal composé de 4 étages identiques, on résume son étude à celle d'un seul étage de manière à en déduire par la suite le rapport de transmission global du train complet.



Le schéma cinématique du dernier étage d'un train épicycloïdal est donné.



On note Z_i le nombre de dents de la pièce i :

$$Z_6 = Z_7 = 12$$

$$Z_4 = 36$$

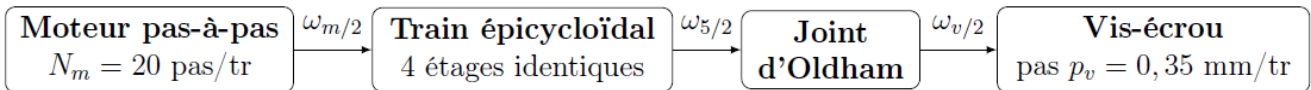
Question 1

Justifier que $\omega_{42} = 0$. Établir l'expression du rapport de transmission $k = \frac{\omega_{52}}{\omega_{72}}$ d'un étage en fonction des nombres de dents Z_i et faire l'application numérique.

Question 2

Exprimer le rapport de transmission global du réducteur $k_g = \frac{\omega_{52}}{\omega_{m2}}$.

Les éléments et les caractéristiques du mécanisme de transformation de mouvement sont donnés sur la figure suivante :



Le joint d'Oldham est homocinétique, c'est-à-dire que la vitesse de rotation de l'arbre de sortie du réducteur (5) est la même que celle de la vis (v) par rapport au pendule (2).

On donne un extrait du diagramme des exigences.

Id	Exigence	Critère	Niveau
1	Ajuster la position d'équilibre du pendule sur Mars		
1.1	Déplacer le centre d'inertie du pendule	Précision du positionnement	$\pm 3 \mu\text{m}$

Question 3

Etablir l'expression du déplacement linéaire d_v de la vis (v) par pas du moteur en fonction de N_m , k_g et p_v . Faire l'application numérique et conclure.

Exercice 2

Torseur résultant

Soit $R(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ un repère orthonormé direct.

Soient 2 actions mécaniques modélisées par 2 forces :

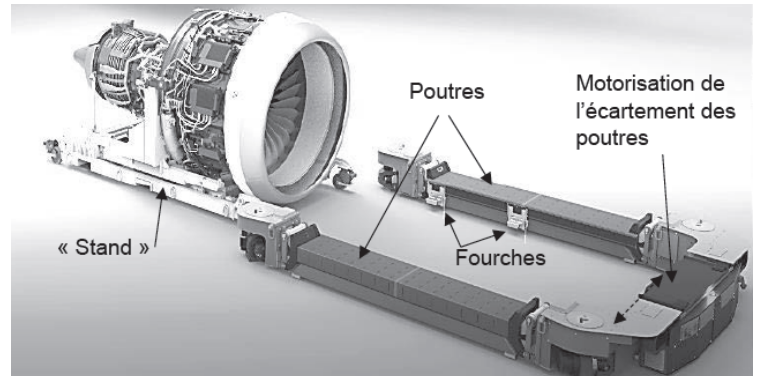
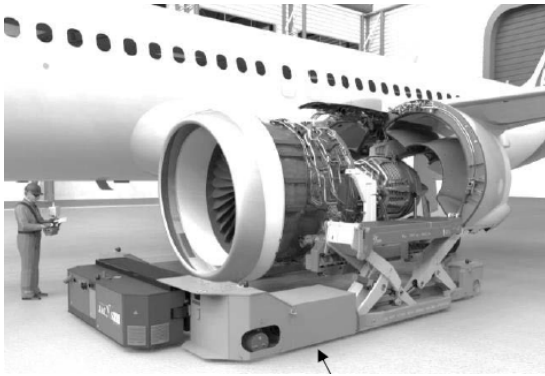
- ✓ Une force $\vec{F}_A = 100 \cdot \vec{y}$ passant par le point $A(2,0,0)$.
- ✓ Une force $\vec{F}_B = 50 \cdot \vec{x} - 50 \cdot \vec{y}$ passant par le point $B(0,1,0)$.

Questions

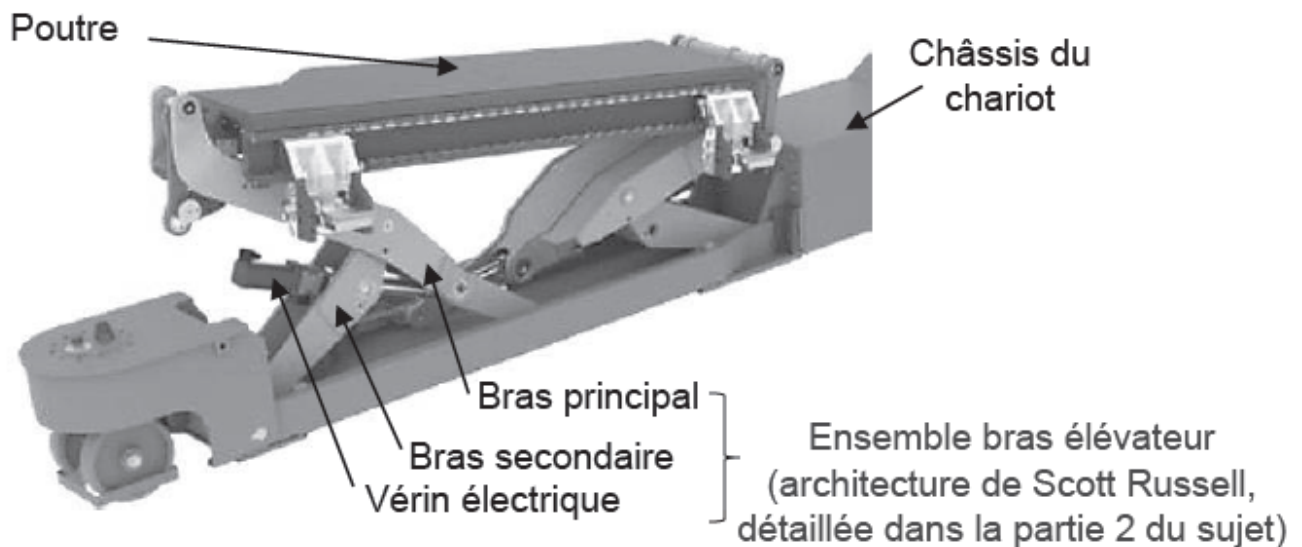
1. Représenter les 2 forces dans le plan (O, \vec{x}, \vec{y}) .
2. Déterminer le torseur de l'action mécanique résultante en O.
3. Trouver graphiquement la droite support de cette force et donner son équation.

Exercice 3 Chariot « JacXson U70 »

Le chariot " JacXson U70 " permet de démonter rapidement les réacteurs des avions afin de réaliser la maintenance. Il se présente sous la forme d'un chariot élévateur. Un châssis de manutention est préalablement fixé au moteur d'avion afin de manipuler ce dernier sans risque. L'ensemble moteur + stand est supporté par deux poutres par l'intermédiaire de fourches solidaires de ces dernières. Un sous-système motorisé adapte automatiquement l'écartement des deux poutres à la largeur du stand.



Chaque poutre est liée au châssis du chariot par deux sous-systèmes " bras élévateur ", chacun constitué d'un bras principal, d'un bras secondaire et d'un vérin électrique (intégrant un moteur, un réducteur, un frein à manque de courant). La commande différenciée de chacun des quatre bras élévateurs permet de soulever et d'orienter le stand selon des angles de tangage et de roulis.



Deux roues arrière motrices et directrices et deux paires de roues avant uniquement directrices assurent des mobilités omnidirectionnelles au porteur.

Paramètres géométriques d'un ensemble bras élévateur

Objectif : exprimer la loi entrée-sortie géométrique d'un ensemble bras élévateur et valider le choix de la course du vérin électrique.

Une modélisation paramétrée d'un ensemble bras élévateur est illustrée par le schéma plan « ANNEXE 6 ».

Le principe de la cinématique de ce mécanisme repose sur 2 bras :

- ✓ Un bras secondaire (1) limité par les points O, B, M, en liaison pivot en O avec le châssis (0).
- ✓ Un bras principal (2) limité par les points A, C, N, en liaison pivot en B avec le bras (1) et en appui ponctuel en A avec le châssis (0), l'extrémité C de ce bras représente un point caractéristique du mécanisme.

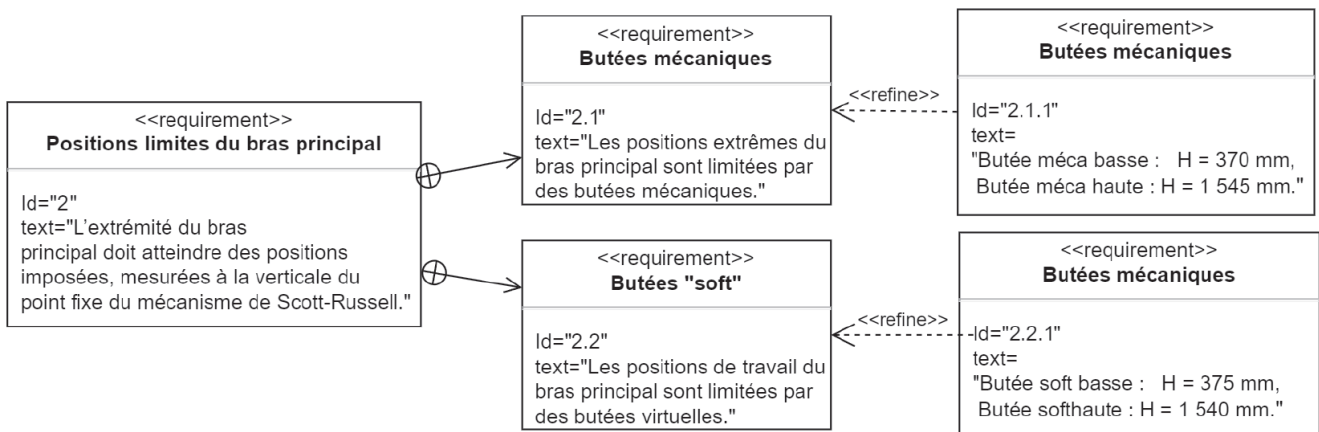
Cette cinématique se caractérise par l'égalité des distances $OB = AB = BC$ qui entraîne un déplacement purement vertical de l'extrémité C du bras principal.

Le vérin électrique qui met en mouvement les deux bras est schématisé dans le plan de travail par 2 solides (3) et (4).

Exigences géométriques

Les valeurs extrêmes d'altitude H de l'extrémité C du bras (2) sont imposées par 2 butées mécaniques physiques : une butée "mécanique haute" et une butée "mécanique basse". Par contre, en phase de travail, l'altitude H est limitée par 2 butées virtuelles, butées "soft haute" et "soft basse" de façon à ne pas atteindre, pour des raisons de sécurité, les butées mécaniques.

La géométrie du mécanisme impose les exigences suivantes :



Question 1

Donner les expressions des distances $H(t)$ et $\lambda(t)$ en fonction de l'angle $\theta(t)$ et de la longueur L .

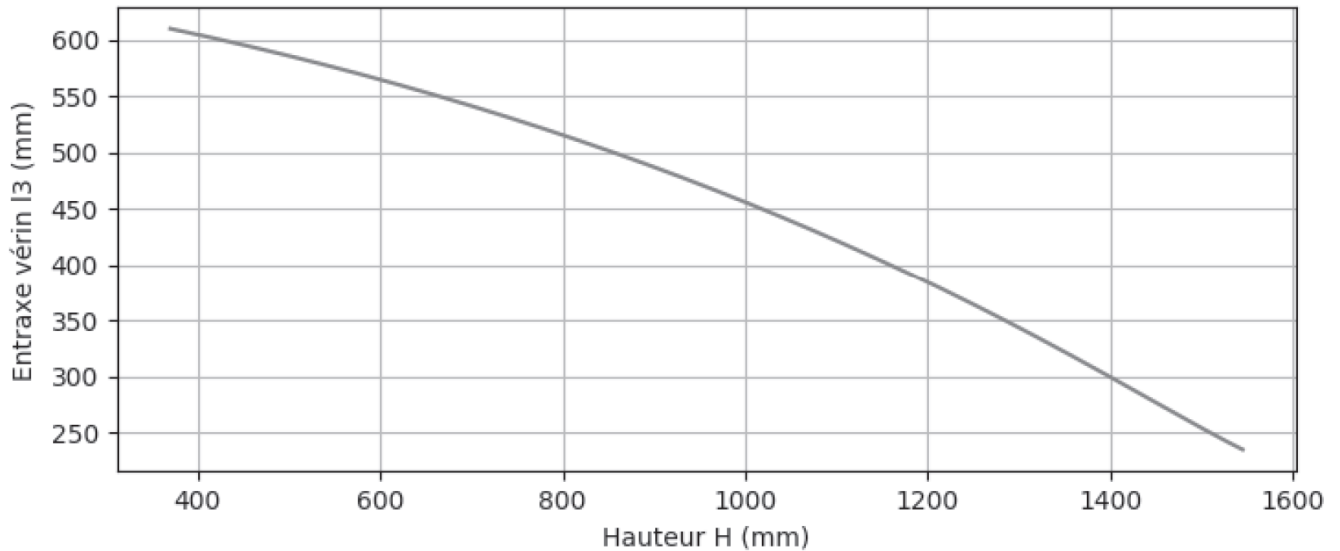
Question 2

En traduisant une fermeture géométrique de chaîne de solides, montrer que la distance $l_3(t)$ peut s'exprimer en fonction de l'angle $\theta(t)$ sous la forme :

$$l_3(t) = \sqrt{(A_3 \cos(\theta(t)) + B_3 \sin(\theta(t)))^2 + (C_3 \cos(\theta(t)) + D_3 \sin(\theta(t)))^2}$$

A_3, B_3, C_3 et D_3 représentent des constantes à exprimer en fonction de l_1, l_2, e_1, e_2 et L .

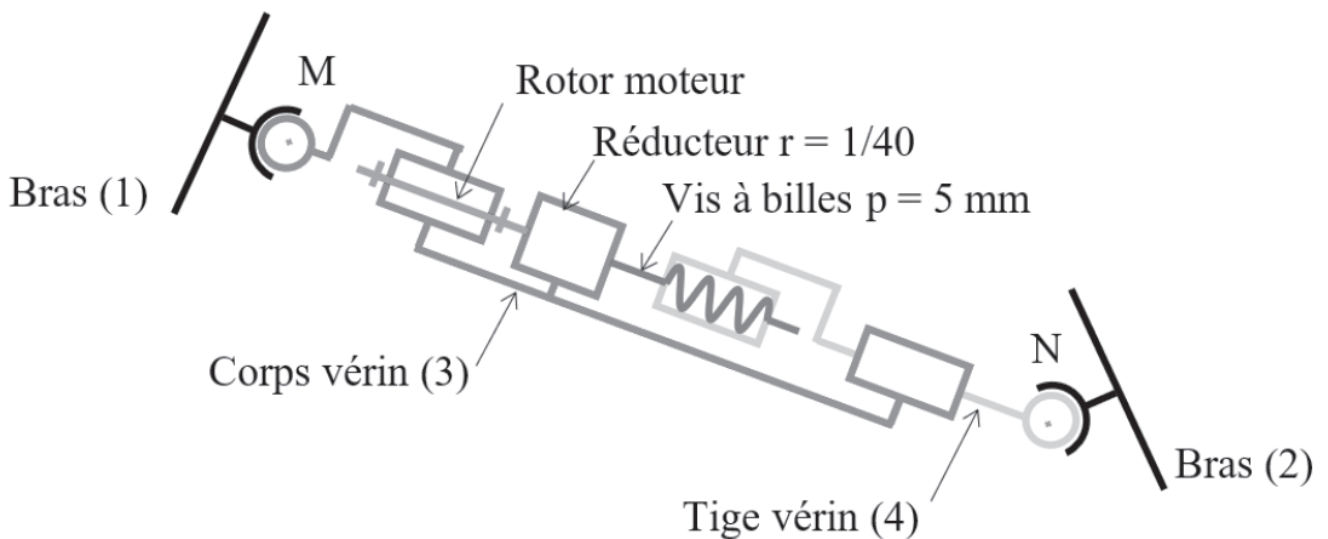
On déduit du résultat précédent la variation de la distance l_3 (entraxe du vérin) en fonction de l'altitude H, entre les positions extrêmes définies par les butées mécaniques.



Question 3

Relever la course utile du vérin nécessaire pour assurer le déplacement de l'extrémité C du bras principal depuis la position « butée mécanique basse » jusqu'à la position « butée mécanique haute ».

La figure suivante illustre une schématisation simplifiée du vérin électrique.



Question 4

Le système vis-écrou du vérin électrique doit présenter une longueur filetée de la vis au minimum égale à la course utile augmentée de la longueur de l'écrou. Justifier la longueur filetée de la vis retenue par le constructeur.

Question 5

Donner l'expression de la vitesse de sortie de la tige (4) par rapport au corps (3), notée V , exprimée en mm/s, en fonction de la vitesse de rotation du moteur N_m (tr/min) et des caractéristiques de la transmission.

<<Block>> Vis - Ecrou
<<Values>> Pas = 5 mm Diamètre = 39 mm Longueur filetée = 510 mm Longueur totale écrou = 65 mm

ANNEXE 6 - Modèle paramétré d'un ensemble bras élévateur

Paramétrage

On associe les repères suivants :

- le repère $R_0 = (O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ rattaché au châssis (0) du chariot ;
- le repère $R_1 = (O, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)$ rattaché au bras secondaire (1) : on pose $\theta(t) = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$;
- le repère $R_2 = (A, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_0)$ rattaché au bras principal (2) : on pose $\beta(t) = (\vec{x}_0, \vec{x}_2) = (\vec{y}_0, \vec{y}_2)$;
- le repère $R_3 = (M, \vec{x}_3, \vec{y}_3, \vec{z}_0)$ rattaché au corps de vérin (3) : on pose $\delta(t) = (\vec{x}_0, \vec{x}_3) = (\vec{y}_0, \vec{y}_3)$.

On pose :

$$\vec{OC} = H(t) \vec{y}_0 \quad ; \quad \vec{OA} = \lambda(t) \vec{x}_0 \quad ; \quad \vec{MN} = l_3(t) \vec{x}_3 ;$$

$$L = OB = AB = BC ;$$

$$\vec{OM} = l_1 \vec{x}_1 + e_1 \vec{y}_1 \quad ; \quad \vec{AN} = l_2 \vec{x}_2 + e_2 \vec{y}_2 \quad ;$$

$$L = 850 \text{ mm} \quad ; \quad l_1 = 632,5 \text{ mm} \quad ; \quad l_2 = 409 \text{ mm} \quad ; \quad e_1 = -90 \text{ mm} \quad ; \quad e_2 = 63 \text{ mm}.$$

On prendra $\beta = \pi - \theta$.

