

Colle

Pompe à chaleur à compresseur Scroll

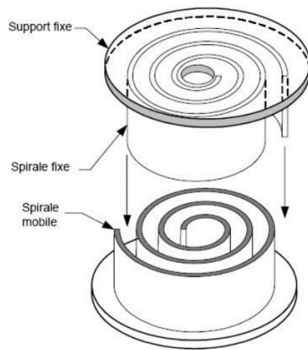
XENS – PSI – 2018

Savoirs et compétences :

□ Mod2.C34 : chaînes de solides.

Présentation

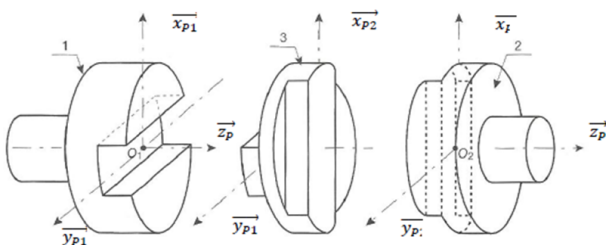
Le compresseur Scroll utilise deux spirales de géométrie identique emboîtées l'une dans l'autre. L'une des spirales est fixe tandis que la seconde est mobile et mise en mouvement grâce à un arbre muni d'un excentrique.



Etude préliminaire d'un joint de Oldham

Le joint de Oldham est un accouplement utilisé en général entre 2 axes parallèles mais non-coaxiaux. La figure ci-après en donne les constituants de principe :

- un arbre d'entrée (noté 1) pouvant tourner autour de l'axe (O_1, \vec{z}_{p1}) par rapport à un bâti ;
- un arbre de sortie (noté 2) pouvant tourner autour de l'axe (O_2, \vec{z}_{p2}) par rapport à un bâti ;
- une pièce intermédiaire appelée en général « noix » ou « croix » (notée 3).

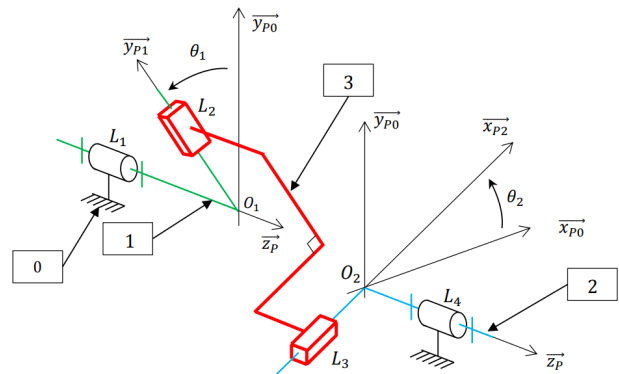


La transmission de la rotation de l'arbre 1 à l'arbre 2 est rendue possible par les caractéristiques des liaisons avec la noix 3 : il est nécessaire d'avoir deux glissières orthogonales au niveau de la noix. Ainsi, on retrouve :

- une glissière de direction \vec{y}_{p1} entre 1 et 3 ;
- une glissière de direction \vec{x}_{p2} entre 3 et 2.

Ces 2 glissières sont par construction constamment orthogonales.

La figure ci-après représente le paramétrage de ce même joint de Oldham avec $\mathcal{B}_0(\vec{x}_{p0}, \vec{y}_{p0}, \vec{z}_{p0})$ la base fixe liée au bâti 0.



Paramétrage :

- $\vec{O_1 O_2} = -e \vec{x}_{p0} + h \vec{z}_0$;
- $\vec{L_1 O_1} = l_1 \vec{z}_p$;
- $\vec{O_1 L_2} = \lambda_2 \vec{y}_{p1}$;
- $\vec{O_2 L_4} = l_2 \vec{z}_p$;
- $\vec{L_3 O_2} = \lambda_2 \vec{x}_{p2}$.

Les liaisons entre le bâti 0 et les pièces 1 et 2 sont toutes deux des liaisons pivots d'axes respectifs (L_1, \vec{z}_p) et (L_4, \vec{z}_p) .

Question 1 Représenter la figure plane de calcul reliant la base $\mathcal{B}_1(\vec{x}_{p1}, \vec{y}_{p1}, \vec{z}_{p0})$ à la base \mathcal{B}_0 ainsi que celle reliant la base $\mathcal{B}_2(\vec{x}_{p2}, \vec{y}_{p2}, \vec{z}_{p0})$ à la base \mathcal{B}_0 . Exprimer \vec{y}_{p1} et \vec{x}_{p2} dans la base \mathcal{B}_0 en fonction respectivement de θ_1 et θ_2 .

Question 2 Étant donnée l'orthogonalité entre \vec{y}_{p1} et \vec{x}_{p2} , montrer que $\sin(\theta_2 - \theta_1) = 0$.

On note $\dot{\theta}_1 = \omega_1$ et $\dot{\theta}_2 = \omega_2$.

Question 3 Justifier, à partir du résultat précédent, que l'accouplement en rotation par joint de Oldham soit qualifié de « homocinétique en rotation », c'est-à-dire que le rapport de transmission entre la vitesse de rotation de 1 par rapport à 0, ω_1 , et celle de 2 par rapport à 0, ω_2 , est

constant dans le temps.

Question 4 Calculer le degré d'hyperstatisme de ce modèle d'accouplement à partir des grandeurs cinématiques.

Afin de baisser l'hyperstatisme de l'accouplement, une version alternative est proposée en remplaçant les liaisons L_2 et L_3 par des liaisons pivot-glissant toujours d'axes respectifs (O_1, \vec{y}_{P1}) et (O_2, \vec{x}_{P2}) .

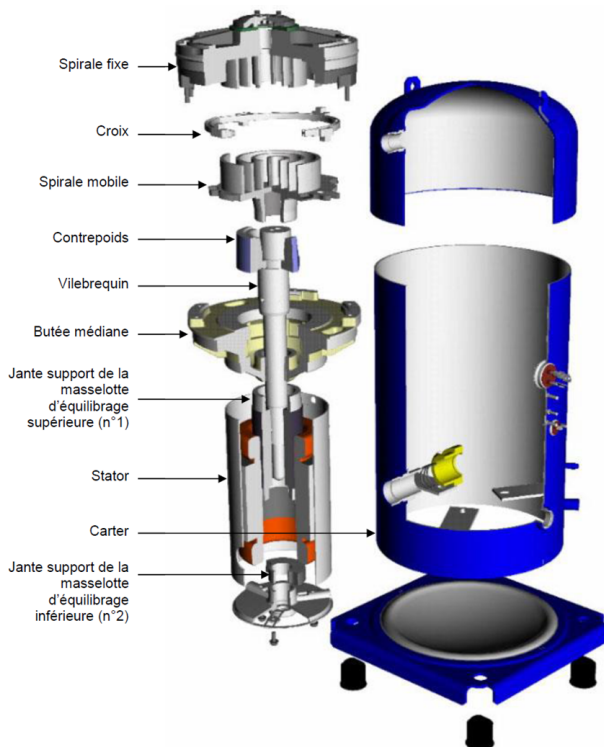
Question 5 Vérifier, à partir d'une analyse basée sur les grandeurs statiques, que le degré d'hyperstatisme a bien diminué suite à cette modification.

Question 6 Proposer une modification permettant de rendre le système isostatique en conservant sa fonctionnalité.

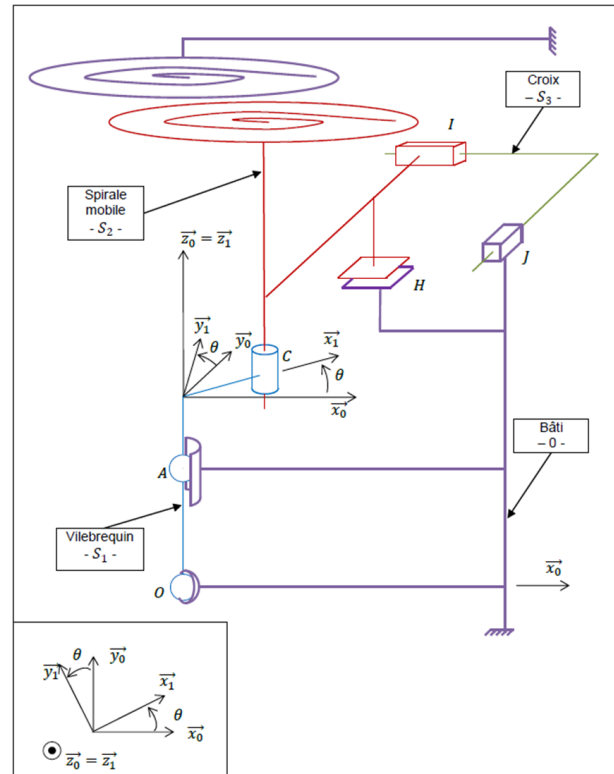
Etude cinématique du compresseur Scroll complet

La vue éclatée présentée sur la figure suivante permet d'identifier les différents composants du compresseur :

- le bâti fixe composé du carter extérieur, du stator du moteur électrique, de la butée médiane et de la spirale fixe placée en partie haute;
- l'axe principal composé d'un vilebrequin, du rotor moteur, du contrepoids et de masselottes d'équilibrage;
- la spirale mobile;
- la croix.



Le schéma cinématique proposé reprend les éléments précédents en conservant les ensembles cinématiques. Les contacts entre les spirales fixe et mobile sont négligés dans cette modélisation.



Paramétrage :

- $\mathcal{R}_0(O; \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ est le repère associé au bâti 0;
- $\mathcal{R}_1(O; \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ est le repère associé au vilebrequin 1 :
 - la rotation de S_1 par rapport à 0 est repérée par l'angle $\theta = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$;
 - la vitesse de rotation est notée $\omega = \dot{\theta} = 3600 \text{ tr/min}$.

- $\vec{OA} = a \vec{z}_1$ avec $a = 340 \text{ mm}$;

- $\vec{AC} = R_{\text{orb}} \vec{x}_1 + d \vec{z}_1$ avec $R_{\text{orb}} = 8 \text{ mm}$ et $d = 80 \text{ mm}$.

Liaisons supposées parfaites :

- entre le vilebrequin S_1 et le bâti 0 :
 - liaison rotule de centre O;
 - liaison linéaire annulaire de centre A et d'axe $\vec{A z}_0$;
- entre le vilebrequin S_1 et la spirale mobile S_2 :
 - liaison pivot glissant d'axe (C, \vec{z}_0) ;
- entre la spirale mobile S_2 et la croix S_3 :
 - liaison glissière de direction \vec{x}_0 ;
- entre la croix S_3 et le bâti 0 :
 - liaison glissière de direction \vec{y}_0 .

Liaison non parfaite :

- entre la spirale mobile S_2 et le bâti 0 :
 - liaison appui-plan avec frottement de normale \vec{z}_0 .

Question 7 Tracer le graphe des liaisons du système tel que modélisé sur la Figure précédente en faisant apparaître chaque liaison avec ses caractéristiques.

Question 8 Démontrer par le calcul que l'association des liaisons en O et en A entre le vilebrequin et le carter forme une liaison pivot d'axe (O, \vec{z}_1) .

Question 9 Indiquer la valeur de l'indice de mobi-

lité du système dans cette modélisation à partir de l'analyse du schéma cinématique. Proposer une démarche qui, sans utiliser le degré d'hyperstatisme du système, permettrait de retrouver analytiquement cette valeur.

Il est intéressant de remarquer que la croix S_3 réalise un accouplement de type joint de Oldham entre la spirale mobile S_2 et le bâti 0.

Question 10 Justifier alors que la vitesse de rotation de S_2 par rapport à 0 est nulle.

Question 11 Exprimer, dans la base \mathcal{B}_1 , la vitesse instantanée du point C appartenant à S_2 dans son mouvement par rapport à 0. Faire l'application numérique.

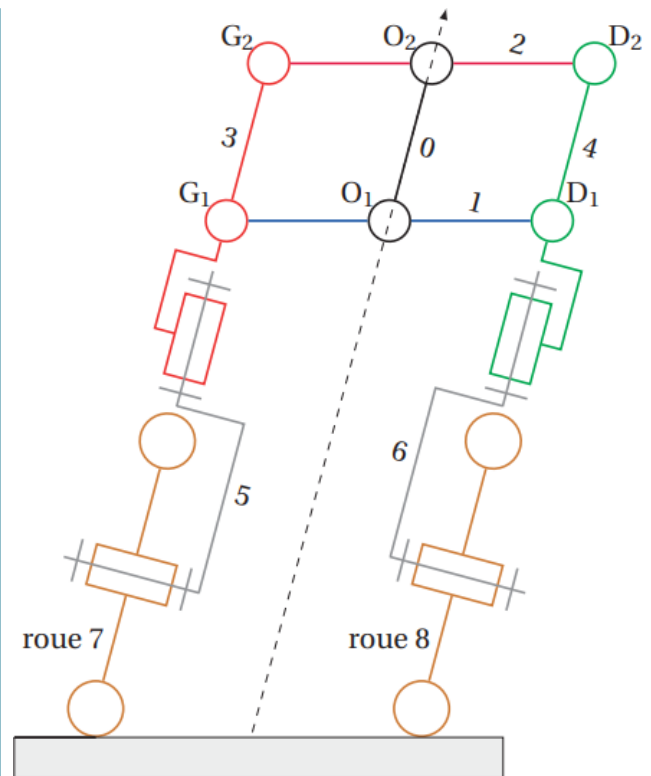
Question 12 Déduire des questions précédentes le type de mouvement de la spirale mobile S_2 dans son déplacement par rapport à 0 ainsi que ses qualificatifs et caractéristiques.

Exercice 1 – Scooter Piaggio*

B2-16

Pas de corrigé pour cet exercice.

On s'intéresse au système direction du scooter Piaggio.



Question 1 Réaliser le graphe de liaisons du système de direction. On considèrera le sol comme une classe d'équivalence.

Question 2 Calculer le degré d'hyperstatisme.

Question 3 Si le modèle est hyperstatique, modifier le modèle pour le rendre isostatique.

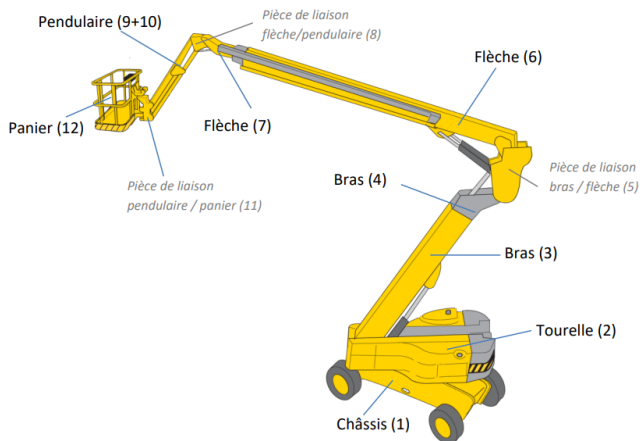
Corrigé voir 1.

Exercice 2 – Nacelle articulée à grande portée *

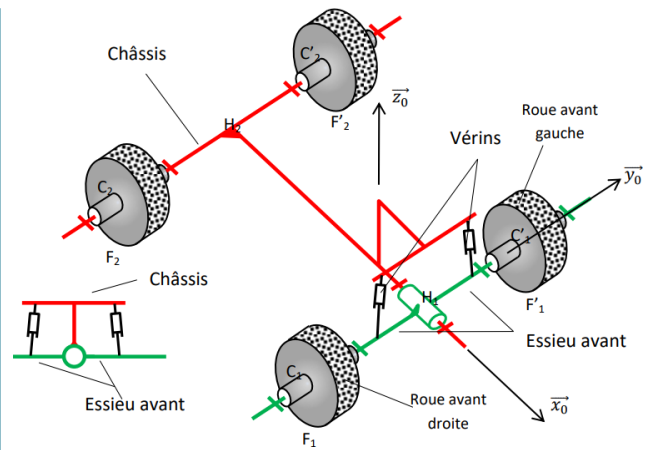
B2-16

Pas de corrigé pour cet exercice.

On s'intéresse au châssis d'une nacelle articulée à grande portée.



La nacelle est amenée à évoluer dans des terrains parfois accidentés (chantier, terrain en friche...). L'objectif est de valider la motricité du châssis par rapport au sol, même sur un terrain accidenté. Le châssis possède un essieu avant monté sur un palonnier pilotable par deux vérins.



C_1, C_1', C_2, C_2' sont les centres respectivement des roues avant droite, avant gauche, arrière droite et arrière gauche. Les quatre roues sont considérées en liaison ponctuelle parfaite avec le sol. Les points de contact sont notés respectivement F_1, F_1', F_2, F_2' .

Question 1 Déterminer le degré d'hyperstatisme du modèle de la sans les vérins et indiquer si ce modèle permet ou non de conserver le contact avec chacune des roues quelle que soit la forme du terrain

Les vérins ne sont toujours pas pris en compte.

Question 2 Etablir la liaison équivalente réalisée par le train avant entre le sol et le châssis. Donner chaque étape de la démarche.

Question 3 Donner l'avantage de la solution constructeur par rapport à une solution à 4 roues directement sur le châssis et par rapport à une solution à 3 roues directement sur le châssis.

Question 4 Donner le rôle des vérins et indiquer selon quels critères ils peuvent être pilotés.

Corrigé voir ??.