

MACHINE À VAPEUR

1 Présentation

On étudie le fonctionnement d'une machine à vapeur utilisée sur les maquettes de modèle réduit.

Le mécanisme est constitué de 4 classes d'équivalence cinématique (voir FIGURE 1) :

- le bâti S_0 , qui est fixé sur le bateau, constitué du corps 1 et de la bague 8 ;
- le cylindre S_1 , qui reçoit la vapeur pour déplacer le piston, constitué du cylindre 2 et de l'axe de cylindre ;
- le piston S_2 , qui va mettre en mouvement le volant d'inertie ;
- le volant d'inertie S_3 , dont la rotation sera reliée aux aubes du bateau, qui est composé du volant 4, de l'axe principal et de l'axe de volant.

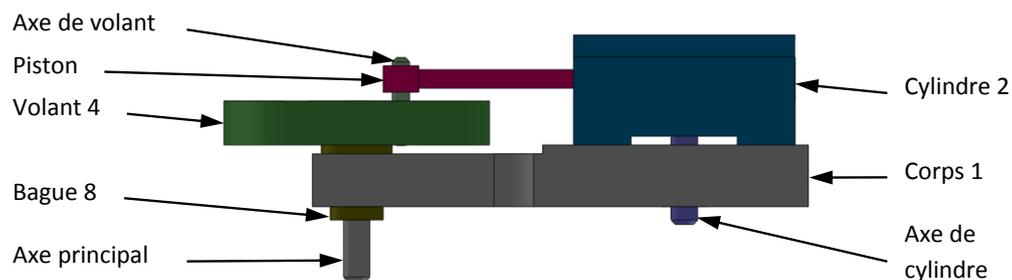


FIGURE 1 – Description du mécanisme de la machine à vapeur

Objectif

On souhaite déterminer le débattement angulaire du cylindre au cours du mouvement de manière à savoir où positionner les entrées/sortie de vapeur d'eau.

2 Modélisation

La modélisation de la machine à vapeur est donnée sur le schéma cinématique paramétré de la FIGURE 2.

Au bâti S_0 est associé le repère $R_0(A, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$. On pose $\vec{AC} = L.\vec{x}_0$.

Le cylindre S_1 est en liaison pivot d'axe (A, \vec{z}_0) avec le bâti S_0 . La liaison est paramétrée par l'angle $\theta_{10} = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$.

Le piston S_2 est en liaison pivot glissant d'axe (A, \vec{x}_1) avec le cylindre S_1 . La liaison est paramétrée par le vecteur $\vec{AB} = \lambda(t).\vec{x}_1$.

Le volant S_3 est en liaison pivot d'axe (B, \vec{z}_0) avec le piston S_2 . La liaison est paramétrée par l'angle $\theta_{31} = (\vec{x}_1, \vec{x}_3) = (\vec{y}_1, \vec{y}_3)$. On pose $\vec{CB} = R.\vec{x}_3$.

Le volant S_3 est en liaison pivot d'axe (C, \vec{z}_0) avec le bâti S_0 . La liaison est paramétrée par l'angle $\theta_{30} = (\vec{x}_0, \vec{x}_3) = (\vec{y}_0, \vec{y}_3)$.

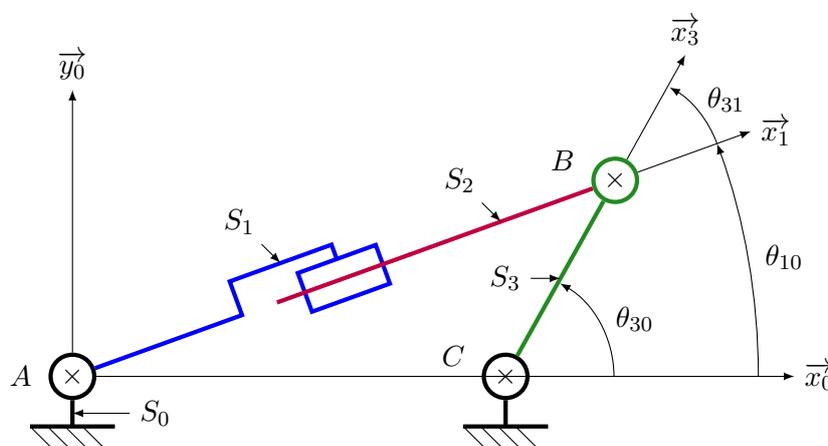


FIGURE 2 – Modélisation de la machine à vapeur et paramétrage

- Question 1** Tracer les figures de changement de bases (figures géométrales).
- Question 2** Réaliser la fermeture angulaire pour trouver une relation sur les différents angles.
- Question 3** Écrire la fermeture linéaire et en déduire la loi entrée-sortie reliant l'angle d'entrée θ_{30} à la translation de sortie λ en fonction de R et L .
- Question 4** Exprimer l'angle du cylindre S_1 , θ_{10} , en fonction de l'angle du volant S_3 , θ_{30} , de R et de L .

On suppose que $R = 10 \text{ mm}$ et $L = 74 \text{ mm}$.

Question 5 À l'aide de votre calculatrice, déterminer le débattement angulaire maximal du cylindre (angle θ_{10}) lors de son mouvement d'oscillation (lorsque l'angle θ_{30} varie entre 0 et 2π).

Question 6 Proposer une méthode graphique pour retrouver ce résultat et l'appliquer en reproduisant la géométrie du mécanisme à l'échelle 1.