

Moteur hydraulique POCLAIN

L'étude porte sur un mécanisme de moteur hydraulique à pistons radiaux, équipant certains poids lourds ou engins de génie civil. La figure 1 ci-dessous montre le principe de fonctionnement d'un moteur de ce type.

Il est constitué d'un rotor (2) lié au bâti (1) par un pivot de centre A. Dans ce rotor sont usinés 10 logements radiaux équidistants recevant les ensembles pistons (3) et galets (4). Ces derniers sont au contact d'une rampe à six ondulations, usinée dans le carter (1).

La mise en communication de la chambre du vérin (3)/(4) avec l'alimentation (haute pression) lorsque AB augmente ou avec le réservoir lorsque AB diminue provoque la rotation du moteur. Le couple sur l'arbre de sortie lié au rotor (2) dépend du nombre de pistons du moteur, de la pression d'alimentation et de la géométrie du mécanisme.

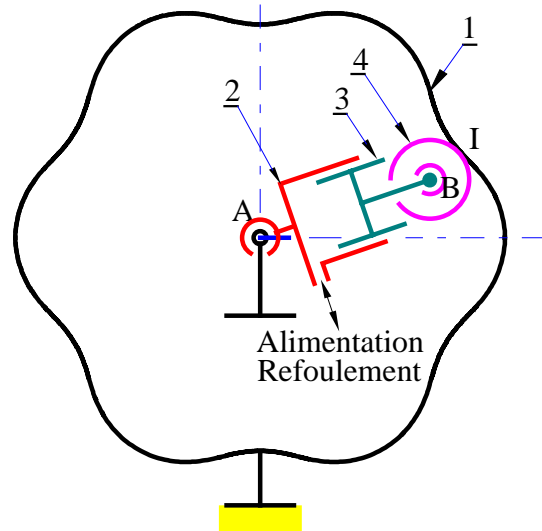


Figure 1 : Schéma cinématique du moteur hydraulique

Un distributeur est chargé:

- d'alimenter chaque vérin pendant la phase où la distance de l'axe de son galet à l'axe de rotation du moteur s'accroît (phase motrice);
- d'assurer le retour au réservoir du fluide dans les phases d'échappement.

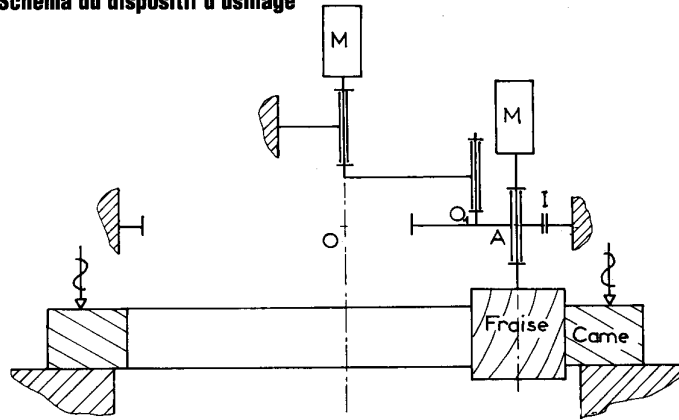
L'étude proposée ci-dessous est réalisée en deux étapes successives:

- définition du contour de la came, par construction de l'enveloppe d'un cercle représentant l'outil de génération du profil;
- étude statique du mécanisme limité à un vérin, après description des liaisons et efforts.

-1- MECANISME DE GENERATION DU PROFIL

-1-1- Construction du schéma

— Schéma du dispositif d'usinage



Cette première modélisation correspond à la génération du profil de came, telle qu'elle est obtenue lors de la phase d'usinage, grâce à la cinématique de la machine-outil.

L'outil est circulaire, figuré par un cercle de rayon 62,5 mm, lié et excentré par rapport au satellite 3 d'un train épicycloïdal, également constitué du porte satellite 2 et de la couronne planétaire liée au bâti 1.

On se propose dans cet exercice d'étudier la forme de la rampe ondulée, à partir de son mode de fabrication.

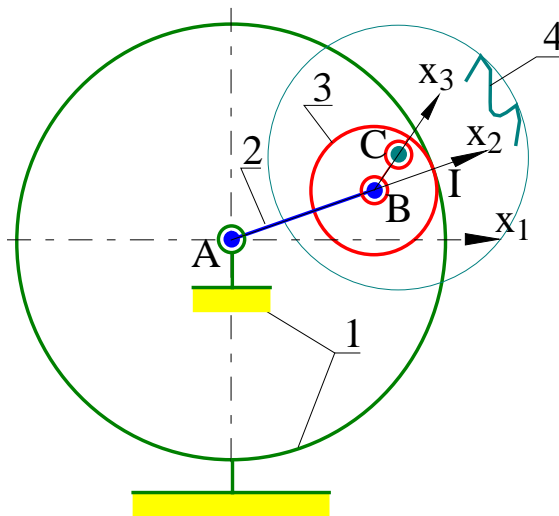


Figure 1 : Mécanisme générateur du profil

Le schéma ci-contre définit la cinématique de la machine destinée à usiner la rampe. L'élément (4) est une fraise de centre C, de rayon R, liée au pignon (3) par une liaison pivot et entraînée par un moteur électrique non représenté.

Le pignon roule sans glisser en I sur une couronne dentée fixe par rapport au corps de la machine. Le pignon est entraîné par le bras (2); celui-ci est lié au carter (1) par une pivot de centre A et au pignon (3) par une pivot de centre B.

Notations:

$$\vec{AB} = L \vec{x}_2$$

$$\vec{BI} = r \vec{x}_2$$

$$\theta = (x_1, x_2)$$

$$\vec{BC} = e \vec{x}_3$$

$$\text{Rayon de la fraise (4): } R$$

$$\alpha = (x_2, x_3)$$

En position initiale: $\theta = \alpha = 0$

Les rayons de la couronne et du satellite sont respectivement égaux à 25 et 150 mm, de rapport égal à 1/6.

-1-2- Description des pièces

Les pièces seront numérotées conformément au schéma de la figure 1. Le cercle figurant la fraise 4 sera affecté à la pièce 3.

La représentation est limitée aux entités significatives pour définir les liaisons.

-1-3- Description des liaisons

Les liaisons entre ces pièces sont les suivantes:

| N° liaison | Type | Centre | Pièces | Particularités |
|------------|-----------------------------------|----------|--------|-------------------------|
| 1 | Articulation | (0, 0) | 1 - 2 | |
| 2 | Articulation | (0, 125) | 2 - 3 | |
| 3 | Roul ^t sans glissement | (150, 0) | 1 - 3 | $R_{p1}=150, R_{p3}=25$ |

-1-4- Analyse cinématique

Procéder à une analyse géométrique et cinématique du système ; vérifier ses propriétés de mobilité et d'isostatisme.

Définir les conditions de mouvement de 2 par rapport à 1 dans la liaison 1 permettant de déterminer les positions successives du mécanisme, pour une amplitude de 360° , soit un tour, avec un intervalle angulaire de 2° .

Consulter la trajectoire d'un point quelconque appartenant au satellite 3 dans son mouvement par rapport au bâti 1. Constaté que cette trajectoire est fermée et énoncer la condition géométrique permettant d'obtenir cette propriété.

-1-5- Génération de l'enveloppe

Définir les points de l'enveloppe appliquée au cercle générateur de rayon 62,5 de la pièce 3 (fraise), dans son mouvement par rapport à 1, correspondant au premier quadrant du repère général. Analyser l'influence du paramètre $BC = e$ sur la forme de l'enveloppe en affectant à ce paramètre les valeurs successives 5, 10, 15 et 20 mm.

Retenir pour la suite la valeur $e = 15$ mm.

A ce stade de l'étude, Il est possible d'envisager la création d'un mécanisme cinématiquement conforme au moteur réel, limité à un seul vérin.

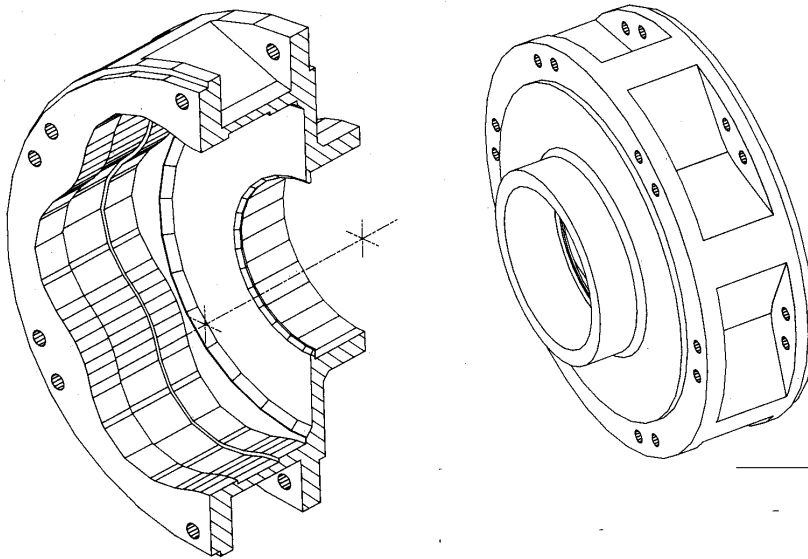
-2- MECANISME DU MOTEUR POCLAIN

-2-1- Création du schéma

Les entités (segments et arcs de cercles) constituant les pièces 2 et 3 sont effacées, et le schéma du moteur est créé, constitué de quatre pièces:

- le bâti 1 duquel ne subsiste que les segments représentant l'enveloppe construite précédemment;
- l'arbre moteur, corps de vérin 2;
- le piston de vérin 3;
- le galet et son support 4.

-2-2- Description du profil de came



L'enveloppe préalablement construite et insérée dans le schéma est utilisée pour créer le profil de came affecté au bâti 1.

Cette came est de type polaire, de centre $(0, 0)$. Les points du profil sont acquis par l'utilisation d'une fenêtre. De cette façon est créé le profil sur un intervalle angulaire $[0, 2\pi]$.

Nota bene : dans l'espace géométrique du mécanisme, les points d'un profil de came polaire sont définis par leurs coordonnées cartésiennes : $M(x_M, y_M)$.

Dans l'espace géométrique de la courbe définissant le profil, les axes représentent respectivement l'angle polaire θ_M et le rayon polaire ρ_M du point M du profil.

-2-3- Description des liaisons

Les liaisons entre ces pièces sont les suivantes:

| N° liaison | Type | Centre | Pièces | Particularités |
|------------|----------------------|------------|--------|--------------------|
| 1 | Articulation | $(0, 0)$ | 1 - 2 | |
| 2 | Glissière plane | $(120, 0)$ | 2 - 3 | Directeur $(1, 0)$ |
| 3 | Ponctuelle | $(80, 0)$ | 3 - 4 | Normale $(1, 0)$ |
| 4 | Glissière | $(120, 0)$ | 3 - 4 | Directeur $(1, 0)$ |
| 3 | Came polaire à galet | $(150, 0)$ | 3 - 1 | |

-2-4- Analyse du mécanisme

Procéder à une analyse cinématique du mécanisme et vérifier en particulier son degré de mobilité.

-2-5- Description des efforts

Les efforts mis en jeu dans le moteur sont les suivants:

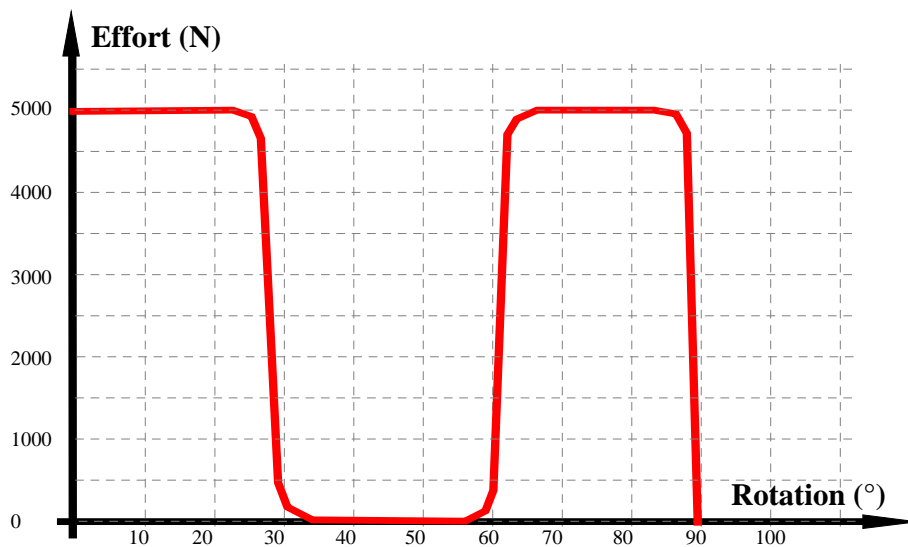
- un effort connu, variable, lié en position à la pièce 3, appliqué à cette même pièce et fonction de la rotation dans la liaison n° 1 entre l'arbre 2 et la bâti 1.
Cet effort est décrit pour un intervalle angulaire de 90° , la période de fonctionnement du moteur étant de 60° .

Pour $0^\circ < \theta < 30^\circ$, l'effort est supposé nul, le distributeur mettant le vérin au refoulement, c'est à dire à une pression supposée nulle;

pour $30^\circ < \theta < 60^\circ$, le distributeur alimente le vérin et l'effort est supposé constant, égal à 500 N;

pour $60^\circ < \theta < 90^\circ$, l'effort est à nouveau nul.

Pour tenir compte des délais d'ouverture des orifices d'alimentation et refoulement, les délais nécessaires au passage de l'effort de la valeur 0 à la valeur 5000 N et inversement sont supposés correspondre à un parcours de 10° de l'arbre du moteur.



- le second effort est un effort inconnu de type couple, agissant sur l'arbre 2 du moteur et supposé représenter l'action du récepteur; d'éventuelles composantes de la résultante suivant x et y, nécessairement connues, ne sont pas considérées ici, car ne travaillant pas au cours du mouvement.

-2-6- Analyse statique et résultats de l'étude

Procéder à une nouvelle analyse du mécanisme et observer en particulier les résultats relatifs à son caractère iso-hyperstatique.

- Il est possible de suivre le mouvement du moteur et de vérifier le maintien du contact du galet sur le profil de came.
- Il est possible de consulter les valeurs des efforts extérieurs appliqués au moteur:
 - effort du vérin, donnée statique de l'étude;
 - moment du couple résistant sur l'arbre de sortie.