TP 3 : Système de transformation de mouvement

Programme : Génie mécanique.

Cours : Mécanique Générale et Résistance des Matériaux

Niveau : 1

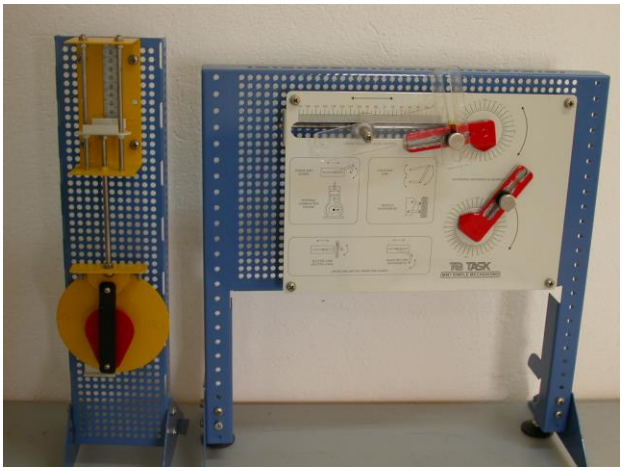
Durée : 3 heures.

Objectifs :

- Déterminer expérimentalement une relation entrée – sortie d'un mécanisme de transformation de mouvement.

Conditions de réalisation :

- Mécanisme bielle manivelle (3h)
- Mécanisme à manivelle et coulisse (3h)
- Mécanisme à came (3h)



Connaissances associées :

- Vitesse linéaire
- Vitesse angulaire
- Dérivation graphique

Pré – requis :

- Cinématique du solide

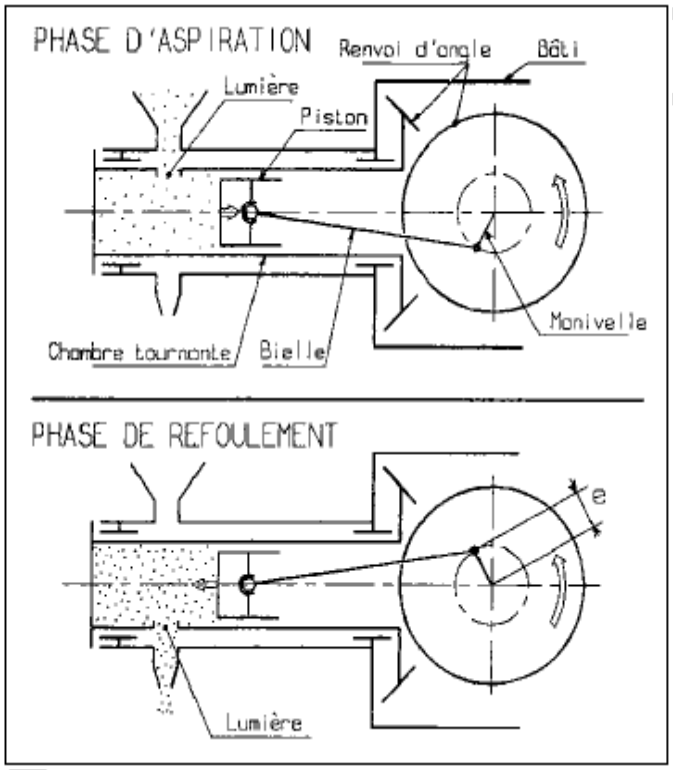
Génie mécanique - ISET Siliana

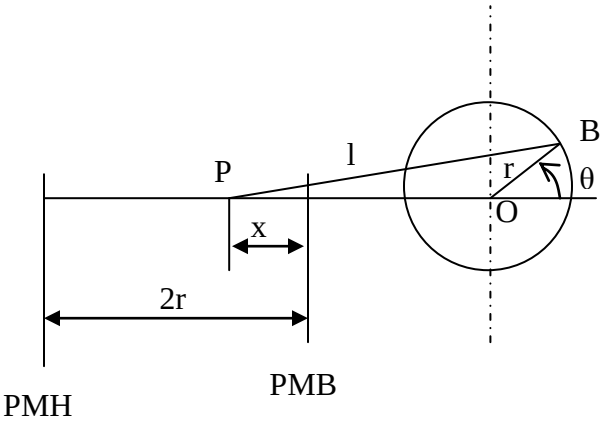
Dossier Technique

I – Mécanisme bielle manivelle (manipulation n 1) :

Le mécanisme de la figure ci dessous représente un système bielle manivelle d un compresseur monocylindre.

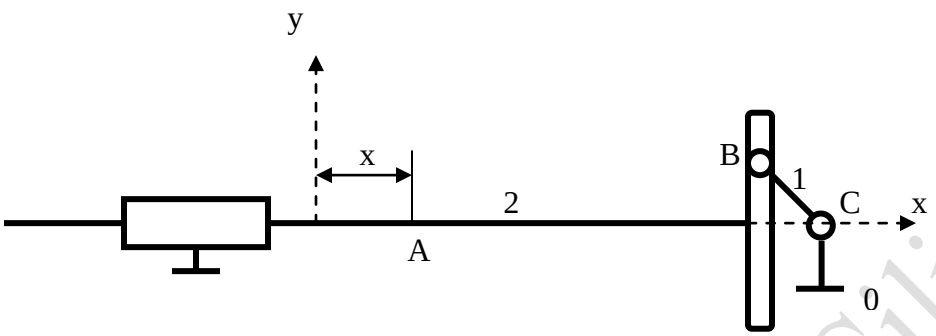
le système bielle manivelle est le plus simple mécanisme de transformation d'un mouvement de rotation en un mouvement de translation alternatif. Il est utilisé dans les moteurs à combustion internes. Si l'arbre manivelle tourne à vitesse constante, le mouvement rectiligne est presque sinusoïdal. L'écart par rapport à une vraie sinusoïde est du à l'inclinaison de la bielle de liaison. Pour un rayon d'arbre donné, le mouvement est d'autant plus proche d'un mouvement sinusoïdal que la bielle est longue.





ISET Siliana

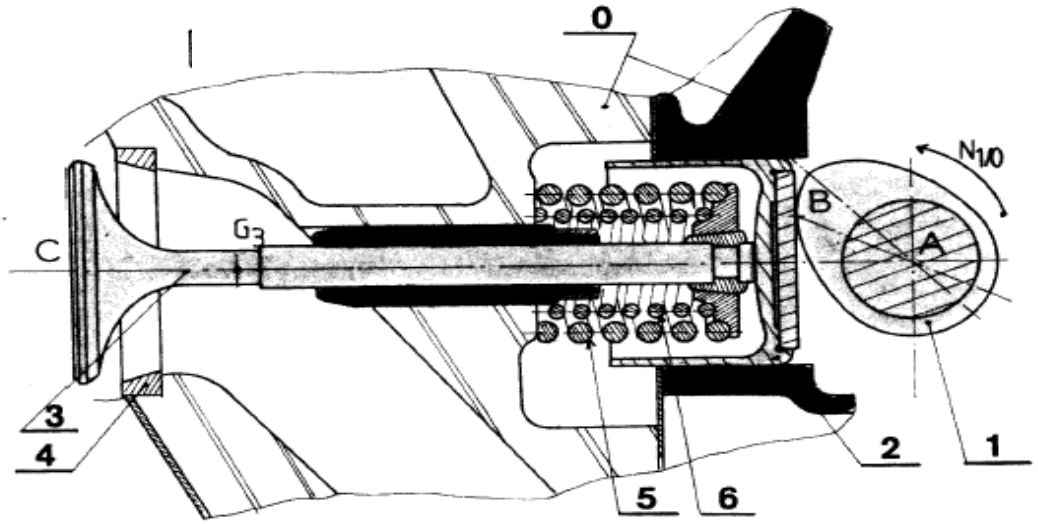
II – Mécanisme à manivelle et coulisse (manipulation n 2) :



Le mécanisme est constitué dune manivelle (1) animée d'un mouvement de rotation continue autour de (z), qui se transforme en un mouvement de translation alternative d'une tige coulissante dans une rainure appelée coulisse (2).

III – Mécanisme à came (manipulation n 3) :

Exemple : l'ouverture et la fermeture des soupapes dans un moteur à explosion ou à combustion est assurée par le système à came.



Cette manipulation permet de déterminer les trajectoires des différentes cames.

Mécanique - ISET Siliana

Dossier de Référence

I – Rappel théorique :

1 – Torseur cinématique :

le mouvement d'un solide S par rapport à un repère R peut être modéliser par un torseur :

$$\left\{T_{C\,(S/R)}\right\}_A = \left\{\overrightarrow{\omega_{(S/R)}}\ ,\ \overrightarrow{V}_{(A\in S/R)}\right\}_A = \begin{Bmatrix} \omega_X & V_X \\ \omega_Y & V_Y \\ \omega_Z & V_Z \end{Bmatrix}_A$$

avec : * $\vec{\boldsymbol{\omega}}_{(S/R)}$: est le vecteur vitesse de rotation de S par rapport à R

* $\vec{\boldsymbol{V}}(\boldsymbol{A}\in\boldsymbol{S}/\boldsymbol{R})$: est le vecteur vitesse du point A lié à S par rapport à R

la relation entre les vitesses de deux points appartenant au même solide s'écrit :

$$\overrightarrow{V}\ (B\in S/R) = \overrightarrow{V}\ (A\in S/R) + \overrightarrow{\omega_{(S/R)}} \wedge \overrightarrow{AB}$$

2 – Composition des vecteurs vitesses :

Soit deux solides S_1 et S_2 en mouvement l'un par rapport à l'autre.

Soit S_i un solide en mouvement par rapport à S_1 et S_2, donc on a :

$$\overrightarrow{V}\ (A\in S2/S1) = \overrightarrow{V}\ (A\in S2/Si) + \overrightarrow{V}\ (A\in Si/S1)$$

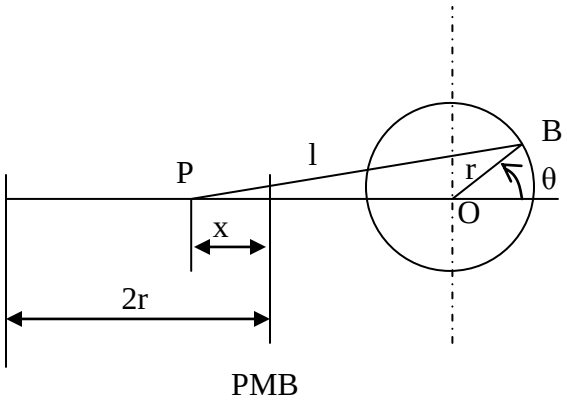
3 – Equiprojectivité des vitesses des points d'un solide :

soient deux points A et B appartenant à un solide S. la projection (algébrique) de la vitesse de A sur $\overrightarrow{\boldsymbol{AB}}$ est égale à la projection (algébrique) de la vitesse de B sur $\overrightarrow{\boldsymbol{AB}}$.

$$\overrightarrow{V}\ (A\in S/R).\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{V}\ (B\in S/R).\overrightarrow{AB}$$

II – Etude théorique d un système bielle manivelle (manipulation n 1) :

Génie mécanique - ISET Siliana



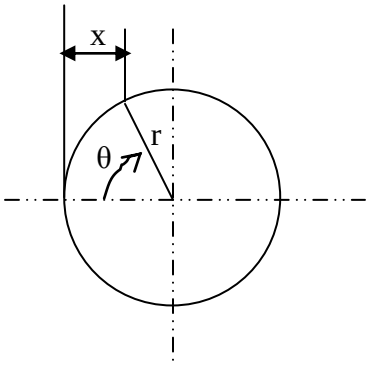
$X = r.(1-\cos(\theta))$

en faisant la dérivation par rapport au temps, on obtient les expressions approximatives de la vitesse V(P) et de l'accélération γ(P) du coulisseau (développement limité au 1er ordre).

$$\vec{V}(P) = \dot{X} = \frac{dX}{dt} = r.\dot{\theta}.\sin(\theta)$$

$$\vec{\gamma}(P) = \ddot{X} = \frac{d^2X}{dt^2} = r.\dot{\theta}^2.\cos(\theta)$$

II – Etude théorique d'un système manivelle et coulisse (manipulation n 2) :



θ: rotation dans le sens des aiguilles d une montre

X : déplacement

X = r.(1 – cos(θ))

$$\vec{V}(P) = \dot{X} = \frac{dX}{dt} = r.\dot{\theta}.\sin(\theta)$$

$$\vec{\gamma}(P) = \ddot{X} = \frac{d^2X}{dt^2} = r.\dot{\theta}^2.\cos(\theta)$$

Génie mécanique - ISET Siliana

Dossier Pédagogique

I- Transformation de mouvement par Bielle–Manivelle (manipulation n 1) :

I-1- Mesurer les valeurs de r et L directement sur le système.

I-2- Tourner la manivelle dans le sens des aiguilles d'une montre par pas de 20° de 0° à 360°.

I-3- Noter à chaque pas le déplacement X du coulisseau.

I-4- Remplir le tableau 1 relatif.

I-5- Tracer sur papier millimétré $X_{exp} = f(\theta)$.

I-6- Calculer théoriquement le déplacement X pour les angles déjà pris.

I-7- Tracer sur le même papier millimètre $X_{th} = f(\theta)$ **.**

I-8- Par la méthode des tangentes donner $\dot{X}_{exp}$ avec $\dot{\Theta} = 20$ °/s.

I-9- Tracer $\dot{X}_{exp} = f(\theta)$ sur papier millimétré .

I-10- Par la méthode des tangentes donner $\ddot{X}_{exp}$ avec $\dot{\Theta} = 20$ °/s.

I-11- Tracer $\ddot{X}_{exp} = f(\theta)$ sur papier millimétré.

I-12- Calculer théoriquement les vitesses $\dot{X}_{Th}$ et tracer sur le même graphique que pour (I-9) ; $\dot{X}_{Th} = f(\theta)$ avec $\dot{\Theta} = 20$ °/s.

I-13- Calculer théoriquement $\ddot{X}_{Th}$ et tracer $\ddot{X}_{Th} = f(\theta)$ sur le même graphe que(I-11).

I-14- Préciser la nature du mouvement.

I-15- Conclure.

II- Transformation de mouvement par Manivelle–Coulisse (manipulation n 2) :

II-1- Mesurer la valeur de r sur le système.

II-2- Tourner la manivelle dans le sens des aiguilles d'une montre par pas de 20° de 0° à 360°.

II-3- Noter à chaque pas le déplacement X du coulisse.

II-4- Remplir le tableau 2 relatif.

II-5- Tracer sur papier millimétré $X_{exp} = f(\theta)$.

Génie mécanique - ISET Siliana

II-6- Calculer théoriquement le déplacement X pour les angles déjà pris.

II-7- Tracer sur le même papier millimètre $X_{th} = f(\theta)$.

II-8- Par la méthode des tangentes donner $\dot{X}_{exp}$ avec $\dot{\Theta} = 20$ °/s.

II-9- Tracer $\dot{X}_{exp} = f(\theta)$ sur papier millimétré.

II-10- Par la méthode des tangentes donner $\ddot{X}_{exp}$ avec $\dot{\Theta} = 20$ °/s.

II-11- Tracer $\ddot{X}_{exp} = f(\theta)$ sur papier millimétré.

II-12- Calculer théoriquement les vitesses $\dot{X}_{Th}$ et tracer sur le même graphique que pour (I-9) ; $\dot{X}_{Th} = f(\theta)$ avec $\dot{\Theta} = 20$ °/s.

II-13- Calculer théoriquement $\ddot{X}_{Th}$ et tracer $\ddot{X}_{Th} = f(\theta)$ sur le même graphe que (II-11)

II-14- Préciser la nature du mouvement.

II-15- Conclure.

III- Transformation de mouvement par Came (manipulation n 3) :

III-1- Démonter le système Bielle-Manivelle.

III-2- Monter une des trois cames à la place du système Bielle – Manivelle.

III-3- Tourner la came dans le sens des aiguilles d'une montre par pas de 20° de 0 à 360°.

III-4- Noter à chaque pas le déplacement X du coulisseau .Remplir le Tableau 3.

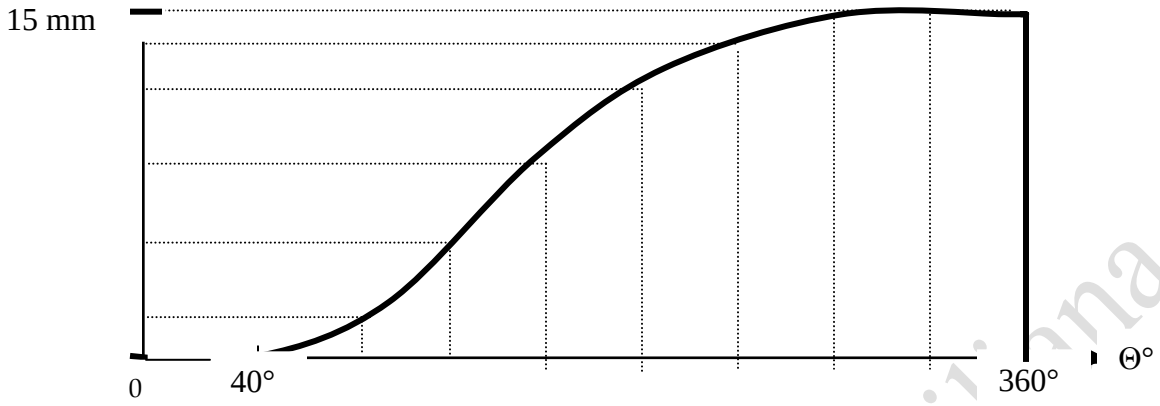
III-5- Tracer $X_{exp} = f(\theta)$.

III-6- Par la méthode des tangentes donner $\dot{X}_{exp}$ et tracer la courbe de $\dot{X}_{exp} = f(\theta)$.

III-7- Par la méthode des tangentes donner $\ddot{X}_{exp}$ et tracer la courbe de $\ddot{X}_{exp} = f(\theta)$.

III-8- Tracer le profil de la came ayant la courbe $X = f(\theta)$ suivante :

Génie mécanique - ISET Siliana



On donne le rayon du profil théorique **r = 20 mm**.

1. *Tableau 1 : Bielle – Manivelle*

	X_{exp}	X_{th}	$\dot{X}_{exp}$	$\ddot{X}_{exp}$	$\dot{X}_{Th}$	$\ddot{X}_{Th}$
0						
20						
40						
60						
80						
100						
120						
140						
160						
180						
200						
220						
240						
260						

Génie mécanique - ISET Siliana

280						
300						
320						
340						
360						

2. ***Tableau 2 : Manivelle – Coulisse***

	X_{exp}	X_{th}	$\dot{X}_{exp}$	$\ddot{X}_{exp}$	$\dot{X}_{Th}$	$\ddot{X}_{Th}$
0						
20						
40						
60						
80						
100						
120						
140						
160						
180						
200						
220						
240						
260						
280						
300						

Génie mécanique - ISET Siliana

320						
340						
360						

Tableau3 : Came

	X_{exp}	$\dot{X}_{exp}$	$\ddot{X}_{exp}$
0			
20			
40			
60			
80			
100			
120			
140			
160			
180			
200			
220			
240			
260			
280			
300			
320			
340			
360			

Génie mécanique - ISET Siliana