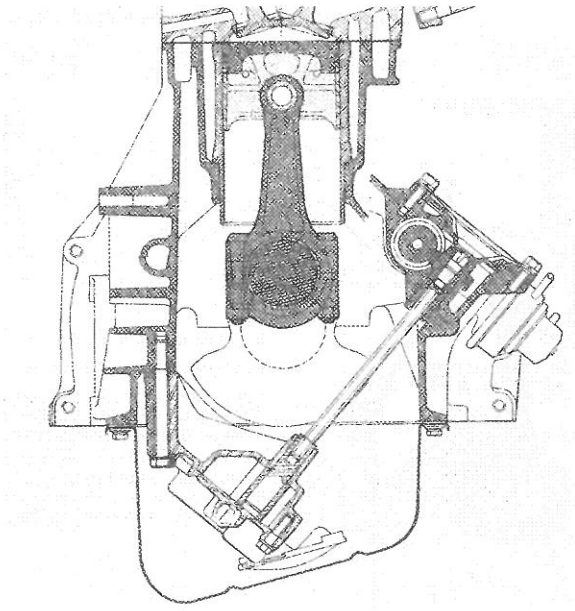
VIS - ECROU MECANISME A BIELLE-MANIVELLE



mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

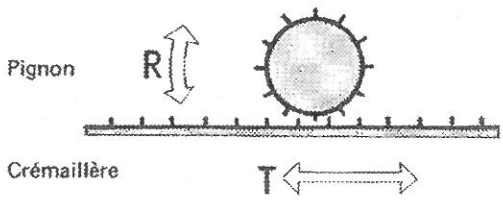
MECANISME DE TRANSFORMATION DE MOUVEMENT

Certains systèmes nous permettent de transformer un mouvement de translation en mouvement de rotation et inversement.

PIGNON - CREMAILLERE

Fonction

Le système << pignon - crémaillère >> permet de transformer un mouvement circulaire alternatif en un mouvement rectiligne alternatif.
Le système est réversible.



ROTATION DU PIGNON	TRANSLATION DE LA CRÉMAILLÈRE
Un tour	$\pi d = \pi m Z$
Une dent ($\frac{1 \text{ tour}}{Z}$)	$\pi d / Z = \pi m$

d = diamètre primitif du pignon

m = module

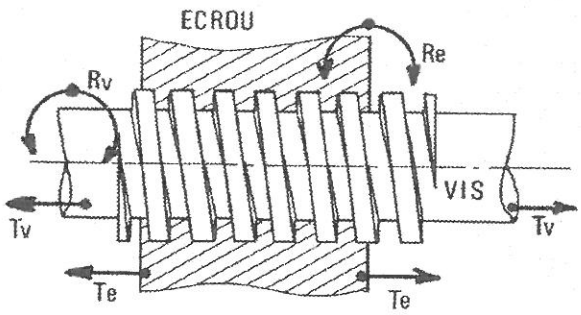
Z = nombre de dents du pignon

VIS - ECROU

Fonction :

Transformer un mouvement de rotation en un mouvement de translation et réciproquement.

Les quatre mouvements



Rv = Rotation de la vis

Tv = Translation de la vis

Re = Rotation de l'écrou

Te = Translation de l'écrou

Si vous exercez l'un des quatre mouvements pour obtenir un second, il faut empêcher les deux autres.

Remarque

En général, le système n'est pas réversible. Suivant l'angle de l'hélice il peut l'être.

mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

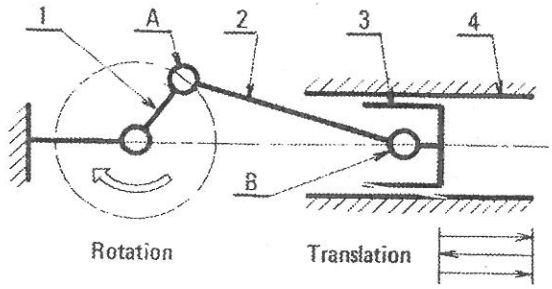
mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

BIELLE - MANIVELLE

Fonction :

Transformer un mouvement circulaire continu en un mouvement rectiligne alternatif et réciproquement.

Les différents éléments :



La bielle :

- **TÊTE DE BIELLE (partie A) :**
  partie en contact avec .....
- **PIED DE BIELLE (partie B) :**
  partie en contact avec .....

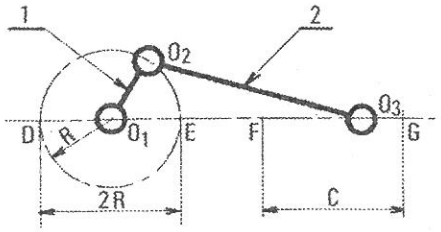
Une bielle doit être particulièrement résistante.
Elle est sollicitée à :
- l'extension;
- la compression (avec risque de flambage);
- la flexion (force d'inertie de sa masse).

Termes généraux	Termes particuliers Moteur - compresseur
1 : Manivelle	1 : Vilebrequin
2 : Bielle	2 : B .....
3 : Coulisseau	3 : .....
4 : Glissière	4 : .....

Réciproque :

La transformation d'un mouvement rectiligne alternatif en un mouvement circulaire continu (exemple : moteur à explosion) n'est possible qu'a la condition de caler un volant sur la manivelle (vilebrequin) Ce volant emmagasine une énergie cinétique qui régularise la rotation .

Longueur du déplacement :



Les points (D,E,F et G) sont appelés : points morts.
Dans un moteur à explosion ou un compresseur :
(D et F) sont les points morts bas (PMB)
(E et G) sont les points morts hauts (PMH)

La longueur © du déplacement (course) en translation du piston est égale à deux fois le rayon du vilebrequin

$$C = 2R$$

Conséquence

La variation du rayon ® provoque la variation de la course ©.

mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

Etude des mouvements et trajectoire

Exercice résolu

L'ensemble proposé représente schématiquement le système bielle (2), manivelle (1) et piston (3) d'un moteur à essence. Les liaisons en A, B et C sont des liaisons pivots dont les centres portent le même nom.

a) Déterminer la nature des mouvements suivants : $M^{vt}_{1/0}$; $M^{vt}_{3/0}$; $M^{vt}_{2/0}$.

b) En déduire la nature des trajectoires : $T_{B1/0}$; $T_{B2/0}$; $T_{C2/0}$ et $T_{C3/0}$.

c) Tracer point par point la trajectoire du centre de gravité G de la bielle ($T_{G2/0}$).

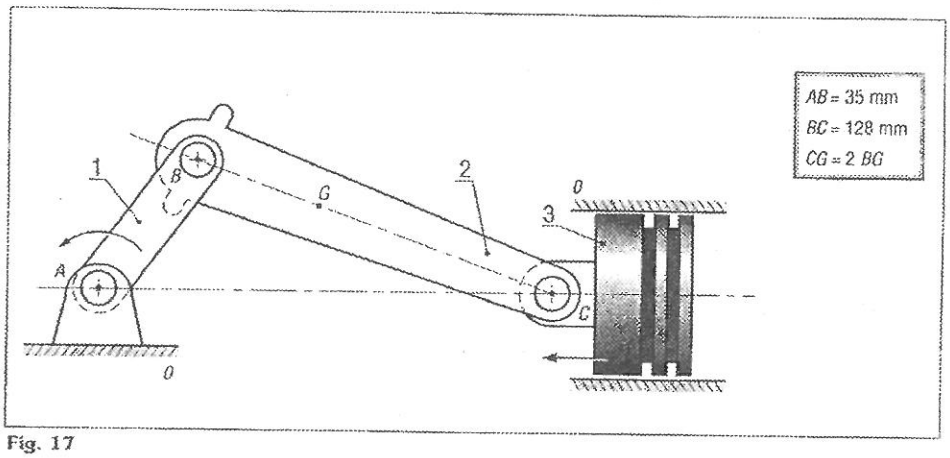


Fig. 17

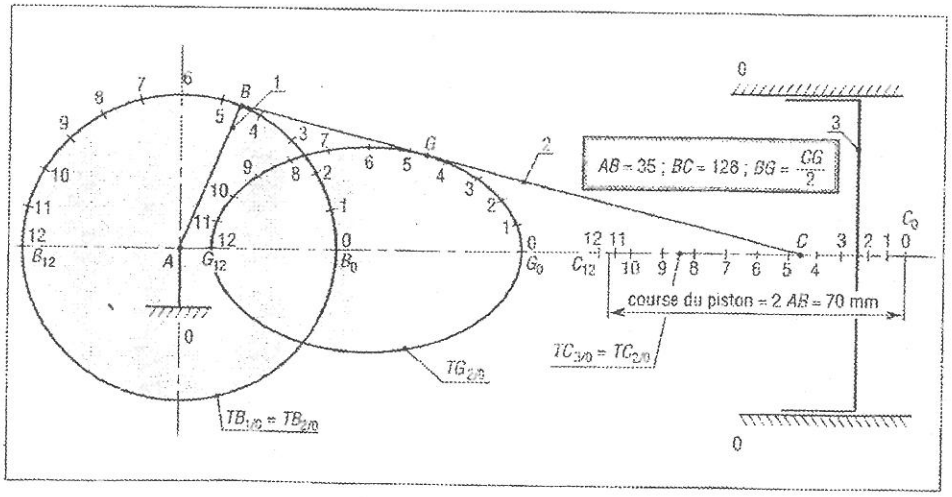
Résolution

• $M^{vt}_{1/0}$ = rotation de centre A et $T_{B1/0} = T_{B2/0}$ = cercle de centre A et de rayon $AB = 35$ mm.

• $M^{vt}_{3/0}$ = translation rectiligne de direction AC, $T_{C3/0} = T_{C2/0}$ = segment C_0C_{12} de 70 mm de longueur, B_i et B_2, C_2 et C_3 sont des points constamment en coïncidence.

• $M^{vt}_{2/0}$ = mouvement plan général.

$T_{G2/0}$ est une courbe symétrique, obtenue graphiquement point par point.



mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

Etude des vitesses : vilebrequin, bielle, piston et des déplacements, accélération du piston

Equiprojectivité

Soit deux points A et B appartenant à un même solide et $\vec{V_A}$ et $\vec{V_B}$ les vecteurs-vitesses respectifs, la projection orthogonale de $\vec{V_B}$ sur AB est égale à la projection orthogonale de $\vec{V_A}$ sur AB. Autrement dit, le produit scalaire de $\vec{V_A}$ par $\vec{AB}$ est égal au produit scalaire de $\vec{V_B}$ par $\vec{AB}$.

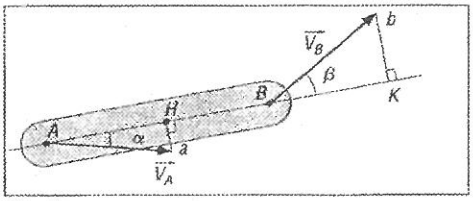


Fig. 3

$\vec{V_A} \cdot \vec{AB} = \vec{V_B} \cdot \vec{AB}$
où : $\vec{AH} = \vec{BK}$
où : $V_A \cos\alpha = V_B \cos\beta$
Project. $\vec{V_A}/AB$ = Project. $\vec{V_B}/AB$

Calcul de la vitesse tangentielle de la tête de bielle (A)

$$V = \omega . r$$

V en m/s
ω en rd/s
r en m (rayon de rotation)

Avec ω ⇒ vitesse angulaire ou de rotation

$$\omega = \frac{\pi . N}{30}$$

N = Nombre de tours par minute

Application graphique

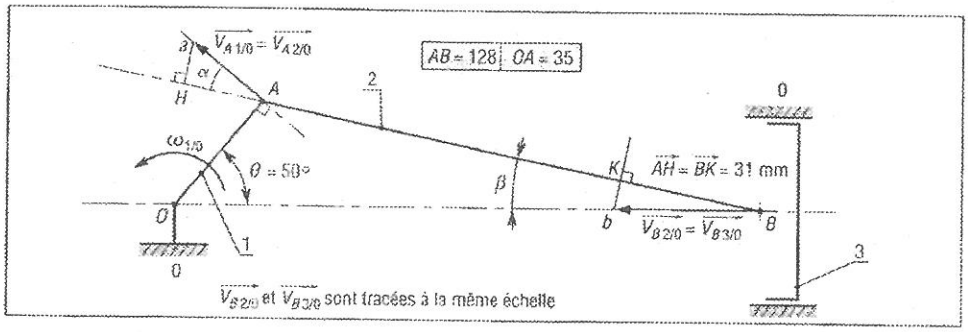
Exemple : reprenons le système bielle manivelle avec OA = 35 mm ; AB = 128 ; $\omega_{1/0}$ = 100 rad.s^{-1} (≃ 1 000 tr.min^{-1}) et un angle $\theta = AOB$ de 50°. Déterminons les vitesses en A et B.

$V_A = V_{A1/0} = V_{A2/0} = \omega_{1/0} . OA = 100 \times 0{,}035 = 3{,}5$ m.s^{-1}

$\vec{V_{A1/0}}$ est perpendiculaire en A à OA (propriété de la rotation).

$V_B = V_{B3/0} = V_{B2/0}$ a pour direction OB (3 est en translation rectiligne de direction OB).

Remarque : A étant le centre de la liaison pivot entre 1 et 2, il en résulte que $\vec{V_{A1/0}} = \vec{V_{A2/0}}$. Même remarque en B entre 2 et 3 : $\vec{V_{B3/0}} = \vec{V_{B2/0}}$.



Résultat graphique : V_B = 3,15 m.s^{-1}

La bielle 2 est en mouvement plan, $\vec{V_{A2/0}}$ est connue ainsi que la direction de $\vec{V_{B2/0}}$. L'intensité de $\vec{V_{B2/0}}$ est déterminée par équiprojectivité sur AB :

projection de $\vec{V_{A2/0}}$ sur AB = projection de $\vec{V_{B2/0}}$ sur AB.

mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

Ordre des constructions graphiques : tracer la figure à l'échelle (exemple : 1 cm pour 1 cm) ; choisir une échelle des vitesses (exemple : 1 cm pour 1 m.s^{-1}) ; tracer $\overrightarrow{V_A}$ perpendiculaire à OA (3,5 m.s^{-1}) ; point H, point K ($\overrightarrow{AH} = \overrightarrow{BK}$) ; extrémité b ; $\overrightarrow{V_{B2/0}}$; mesure de $\overrightarrow{V_B}$ à l'échelle choisie (V_B = 3,15 m.s^{-1}).

Remarque : si une grande précision est nécessaire, un calcul est possible à partir de (AB . sin $\beta = OA$. sin θ) ; $\alpha = 90° - \theta - \beta$; $V_A \cos\alpha = V_B \cos\beta$.

Résultat : V_B = 3,163 m.s^{-1}.

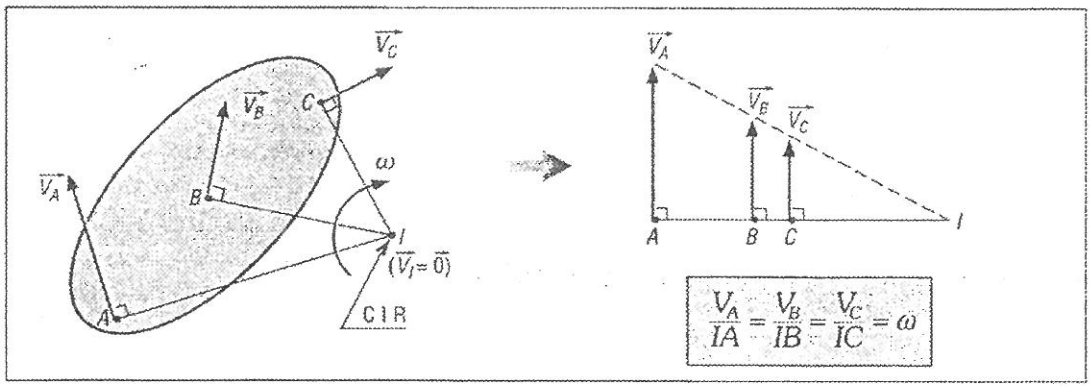
Centre instantané de rotation (CIR)

Définition et propriété

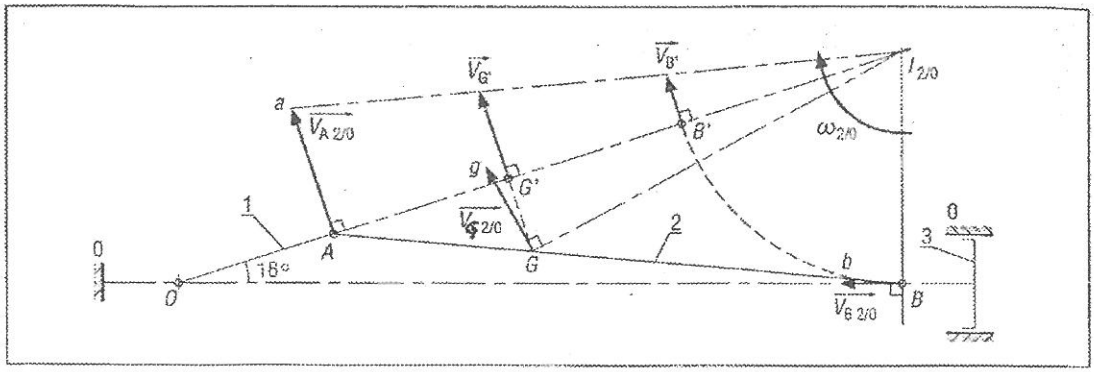
Pour tout solide en mouvement plan, il existe un point I et un seul, ayant une vitesse nulle ($\overrightarrow{V_I} = \overrightarrow{0}$) à l'instant considéré (ou pour la position de la figure) et appelé centre instantané de rotation ou CIR.

Remarque : le CIR a les propriétés d'un centre de rotation à l'instant (t) considéré. À l'instant suivant ($t' = t + \Delta t$), le CIR a changé de position géométrique. Cette position varie au cours du temps et décrit une certaine trajectoire.

En tant que centre de rotation, le CIR est situé à l'intersection des perpendiculaires aux vecteurs-vitesses du solide.



Exemple : reprenons le système bielle manivelle avec $\theta = 18°$ et $V_{A2/0}$ = 3 m.s^{-1}. Déterminons $\overrightarrow{V_{B2/0}}$ et $\overrightarrow{V_{G2/0}}$, G étant le centre de gravité de la bielle ($AG = AB/3$).



mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

$I_{2/0}$, CIR de la bielle 2 dans son mouvement par rapport à 0, est situé à l'intersection des perpendiculaires en A à $\overrightarrow{V_{A2/0}}$ (droite OA) et en B à $\overrightarrow{V_{B2/0}}$ de direction OB.
$\overrightarrow{V_{G2/0}}$ est perpendiculaire en G au rayon $I_{2/0}G$.

Ordre des constructions : CIR $I_{2/0}$; $I_{2/0}G$; Gg perpendiculaire à $I_{2/0}G$; $I_{2/0}G' = I_{2/0}G$; $I_{2/0}B' = I_{2/0}B$; $I_{2/0}a$; $\overrightarrow{V_{G'}}$ et $\overrightarrow{V_{B'}}$ perpendiculaires à $I_{2/0}A$; $V_{G2/0} = V_{G'} = 2{,}15\ \text{m.s}^{-1}$; $V_{B2/0} = V_{B'} = 1{,}15\ \text{m.s}^{-1}$; $\overrightarrow{V_{G2/0}} = \overrightarrow{Gg}$ et $\overrightarrow{V_{B2/0}} = \overrightarrow{Bb}$.

Remarque : le triangle des vitesses peut être remplacé par le calcul :

$$\frac{V_{A2/0}}{I_{2/0}A} = \frac{V_{B2/0}}{I_{2/0}B} = \frac{V_{G2/0}}{I_{2/0}G} = \omega_{2/0} = \frac{3\ \text{m.s}^{-1}}{0{,}135\ \text{m}} = 22{,}2\ \text{rad.s}^{-1}$$

$I_{2/0}A$, $I_{2/0}B$ et $I_{2/0}G$ sont mesurées à l'échelle de la figure (en vraie grandeur).

Formule de calcul

Vitesse du piston en fonction de t

$$V_B = -\omega r\left[\sin\theta + \frac{K\cos\theta}{\sqrt{1-K^2}}\right] \qquad \text{avec} \qquad K = \frac{r\sin\theta}{L}$$

Valeur du déplacement du piston en fonction de t

$$X_B = r\cos\theta + L\sqrt{1-K^2}$$

Accélération du piston en fonction de t

$$\gamma_B = -\omega^2 r\left[\cos\theta - \frac{\sin\theta\, K}{\sqrt{1-K^2}} + \frac{r\cos^2\theta}{L(1-K^2)^{3/2}}\right]$$

Vérification par le calcul de la vitesse du piston pour $\theta = 50°$

mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne

~~Application~~ Vérification de la vitesse de B trouvée par la graphique pour $\theta = 50°$.

$$V_B = -\omega R \left(\sin\theta + \frac{u \cos\theta}{\sqrt{1-u^2}} \right)$$

Rapport

$\sin 50° = 0{,}766$.

$$u = \frac{R \sin\theta}{L} = \frac{0{,}035 \sin 50°}{0{,}128} = 0{,}209$$

L : longueur bielle.

$$= -100 \times 0{,}035 \left(0{,}766 + \frac{0{,}209 \times 0{,}643}{\sqrt{1-0{,}209^2}} \right) =$$

~~0,977~~

$= 3{,}17$ m/s

mécanique en ligne - mécanique en ligne - mécanique en ligne