

Cinématique graphique

L'étude cinématique des mécanismes représentés par des mouvements plans sur plan peut être réalisée rapidement par les méthodes graphiques.

Méthode de résolution graphique par Equiprojectivité

Pour tous points A et B du même solide (S) on a :

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

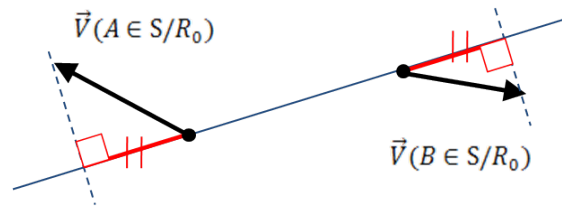


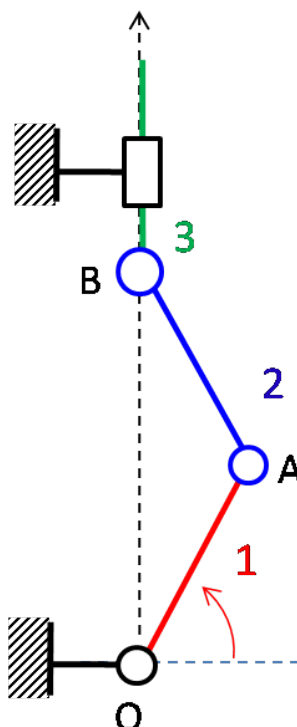
FIGURE 1 – Interprétation graphique de l'équiprojectivité

Application : Système bielle manivelle

L'objectif est de déterminer la vitesse de sortie du piston 3 par rapport au bâti 0.

On donne la vitesse de rotation de la manivelle par rapport au bâti 0 (1000 tr/min), le rayon $OB = 3\text{cm}$ et on impose une échelle des vitesses de 1cm pour 1m/s.

1. Déterminer et tracer $\vec{V}(A \in 1/0)$.
2. Tracer la direction de $\vec{V}(B \in 3/0)$.
3. Déterminer graphiquement $\vec{V}(B \in 3/0)$.



Méthode de résolution graphique par triangle de vitesse

On considère trois solides (0), (1) et (2) en mouvement l'un par rapport à l'autre. La vitesse du point A du solide (2) dans son mouvement par rapport au solide (0) s'exprime par composition du mouvement :

$$\vec{V}(A \in 2/0) = \vec{V}(A \in 2/1) + \vec{V}(A \in 1/0)$$

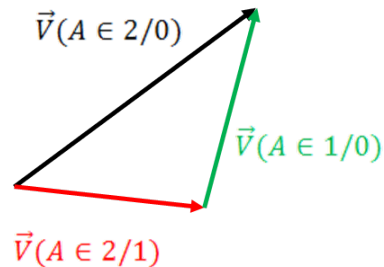


FIGURE 2 – Interprétation graphique de la composition

Application : Élévateur

Un solide (3), articulée en A sur le bâti 0, est levée en B par un vérin hydraulique (1 + 2). Le vérin est articulé en O sur le bâti. Les liaisons en O , A et B sont des liaisons pivots. Le dispositif occupe la position de la figure ci-dessous.

1. Donner la nature des mouvements $Mvt(1/0)$, $Mvt(2/1)$, $Mvt(2/3)$ et $Mvt(3/0)$.
2. Ecrire la composition des vitesses pour $\vec{V}_{B \in 2/1}$.
3. Déduire les directions des vitesses et les tracer.
4. Si la tige (2) du vérin sort du corps (1) à la vitesse de 5 cm/s , déterminer les vitesses $\vec{V}_{B \in 2/1}$, $\vec{V}_{B \in 3/0}$ et $\vec{\Omega}_{3/0}$. On donne $AB = 1 \text{ m}$.

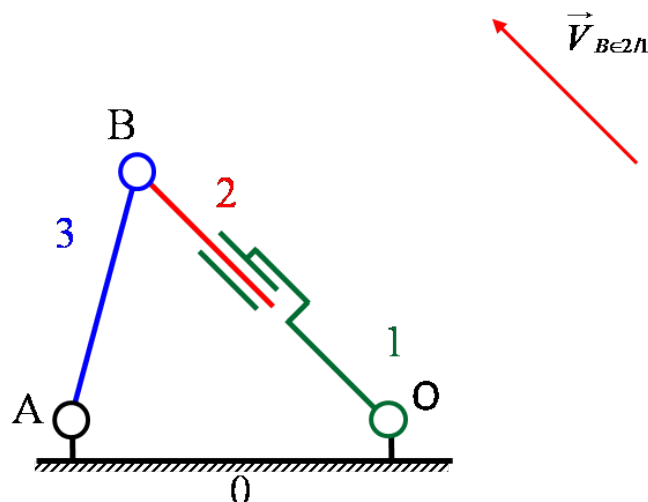


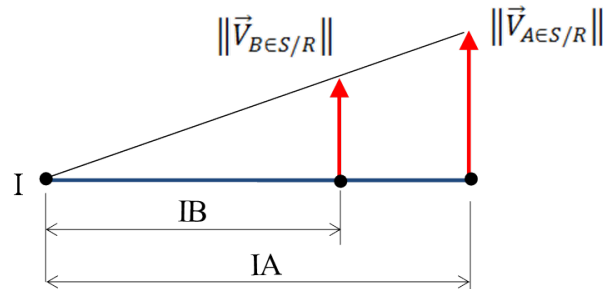
FIGURE 3 – Elévateur

Méthode de résolution graphique par CIR

Soit I le centre instantané de rotation du mouvement d'un solide (S) par rapport à un référentiel R . Soit A et B deux points de solides S . Les vecteurs vitesse des points A et B s'exprime par :

$$\vec{V}(A \in S/R) = \vec{\Omega}(S/R) \wedge \vec{IA} \Rightarrow \|\vec{V}(A \in S/R)\| = \|\vec{\Omega}(S/R)\| \|\vec{IA}\|$$

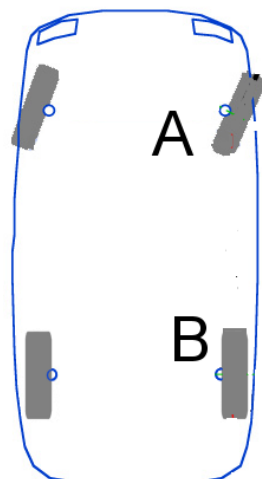
de même : $\|\vec{V}(B \in S/R)\| = \|\vec{\Omega}(S/R)\| \|\vec{IB}\|$



Application : Voiture dans un virage

Soit une voiture en virage, dont on connaît la direction, le sens, le point d'application et la norme (5 m/s) du vecteur vitesse de la roue avant. On connaît également la direction, le point d'application et le sens de la roue arrière. Les points A et B sont les centres des roues et respectivement les points d'application de leur vecteur vitesse. L'objectif est de déterminer la norme du vecteur vitesse de la roue arrière.

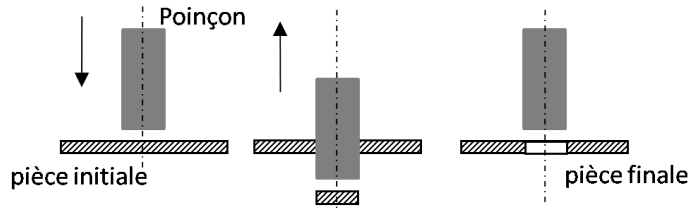
1. Tracer le vecteur vitesse de la roue avant au point A (Echelle 10 mm pour 1 m/s).
2. Tracer la direction de la roue arrière. Déterminer le CIR.
3. Déterminer la norme du vecteur vitesse du point B.



TD. Cinématique graphique

Exercice 1 : Machine de poinçonnage

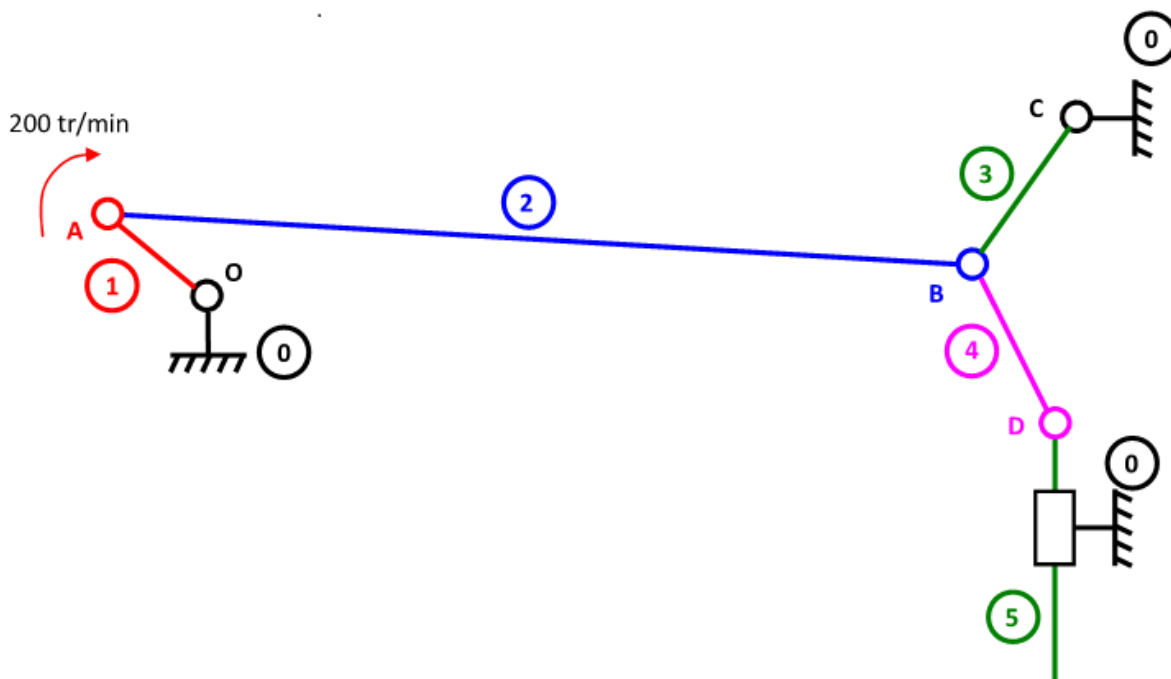
On étudie une machine de poinçonnage. Cette machine permet de faire des trous dans des pièces dont la forme le nécessite. Ces trous sont obtenus par arrachage de matière, lors de la percussion à haute vitesse d'un outil (appelé poinçon) avec la pièce en question.



Critères : Le poinçon doit avoir une vitesse de translation supérieure à 20 cm/s lors de la phase de poinçonnage.

Le schéma cinématique de la mise en mouvement du poinçon dans la machine est fourni sur la figure ci dessous. Un moteur impose un mouvement de rotation à la pièce 1. Ce mouvement est transformé par les pièces 2, 3 et 4, jusqu'à être changé en mouvement de translation alternative du poinçon 5.

1. La pièce 1 tourne à 200 tr/min. La distance OA est de 4 cm. Déterminer $\|\vec{V}_{A \in 1/0}\|$.
2. Le sens de rotation de la pièce 1 est donné sur la figure. Tracer sur cette figure $\vec{V}_{A \in 1/0}$. Echelle graphique : 1 m/s = 5 cm.
3. Déterminer, en argumentant votre réponse, $\vec{V}_{B \in 2/0}$.
4. Déterminer, $\vec{V}_{D \in 5/0}$. En mesurant sur le tracé graphique, déterminer $\|\vec{V}_{D \in 5/0}\|$.
5. Conclure quant à la capacité de la machine de poinçonnage à satisfaire le critère de vitesse de déplacement du cahier des charges.



Exercice 2 : Porte d'autobus

On considère un système d'ouverture de porte d'autobus dont on donne une description cinématique ainsi qu'un extrait de cahier des charges.

La figure ci dessous représente le schéma du mécanisme actionneur d'une porte (2) d'autobus (en vue dessus). Au dessus de la porte, un vérin pneumatique (air comprimé) (3, 4) entraîne une bielle (1) en liaison pivot avec la carrosserie (0). Le bras (OB), encastré à la bielle (1), entraîne le battant de porte (2) qui est guidé par un maneton (C) se déplaçant dans une rainure. L'amplitude de rotation de la bielle (1) de 90° environ permet d'obtenir les positions extrêmes (ouvert / fermé) du battant (2).

Critère : Le système doit s'ouvrir ou se fermer au moins de 10s. Compte tenu de la solution technique retenu la vitesse de translation du maneton dans la rainure doit être inférieure à 30 cm/s.

La vitesse de sortie du vérin $\vec{V}(A \in 3/4)$ lors de l'ouverture de la porte est de 50mm/s . L'échelle des vitesses est $10\text{mm/s} = 5\text{mm}$.

1. Déterminer graphiquement le vecteur vitesse $\vec{V}(A \in 4/0)$ en justifiant la démarche suivie.
2. Déterminer, par équiprojectivité, le vecteur vitesse $\vec{V}(B \in 2/0)$ en justifiant la démarche suivie.
3. Donner la direction du vecteur vitesse $\vec{V}(C \in 2/0)$.
4. Déterminer graphiquement le vecteur vitesse $\vec{V}(C \in 2/0)$ en justifiant la démarche suivie.
5. Conclure quant à la capacité de la porte d'autobus à satisfaire le critère vitesse de coulisement du maneton C.

