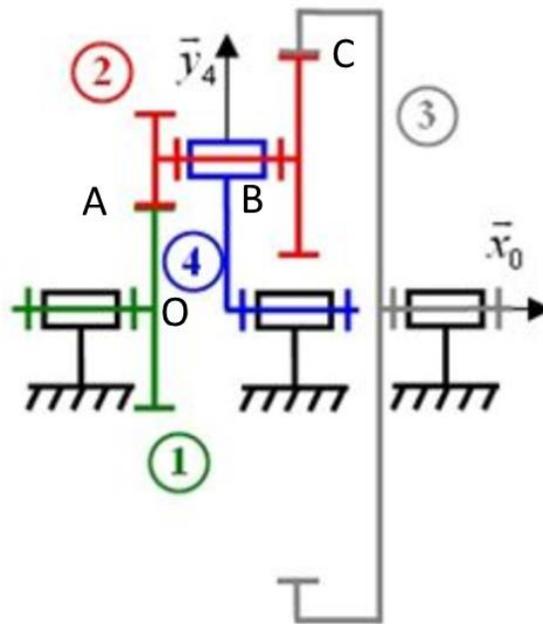


DM3 CINEMATIQUE – A rendre pour le Mardi 27 Février 2024

Exercice 1 : Train épicycloïdal de type II

Un train épicycloïdal est un mécanisme à base de pignons et couronnes dentés. Il existe différents types de trains épicycloïdaux. On s'intéresse ici à l'architecture générale d'un train de type II.



Ce système est composé de 5 sous-ensembles cinématiques (on ne prend en compte dans l'étude qu'un seul satellite 2) :

- le bâti 0 supposé fixe ;
- le planétaire intérieur 1 en rotation d'axe Ox par rapport au bâti ;
- la couronne 3 (ou planétaire extérieur) en rotation d'axe Ox par rapport au bâti ;
- le porte- satellite 4 en rotation d'axe Ox par rapport au bâti ;
- un satellite 2 en rotation d'axe Bx par rapport au porte satellite 4.

Alors que généralement un mécanisme de transformation de mouvement possède un mouvement d'entrée et un mouvement de sortie, nous avons ici un mécanisme qui possède 3 mouvements d'entrée/sortie possibles : les mouvements $1/0$, $4/0$, $3/0$. On cherche dans cet exercice à déterminer la relation existant entre les vitesses de rotations caractérisant ces 3 mouvements. Cette relation s'appelle la **formule de WILLIS**.

On fera l'hypothèse de roulement sans glissement en A et C.

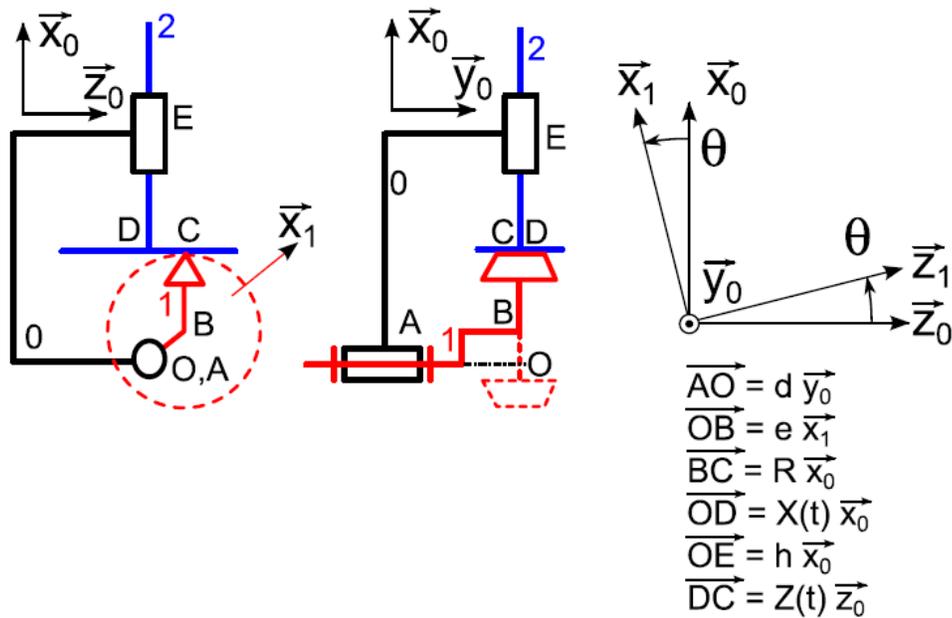
- le rayon du planétaire intérieur est R_1 ,
- le rayon du planétaire extérieur est R_3 ,
- le rayon du satellite est R_2 et R_2' avec $R_2 < R_2'$.

Trouver la relation liant $\omega_{3/0}$, $\omega_{1/0}$ et $\omega_{4/0}$ aux paramètres géométriques. Par les deux méthodes décrites ci-dessous.

A] Méthode classique de la cinématique :

- Dessiner le graphe de structure du mécanisme.
- Exprimer les éléments de réduction des torseurs élémentaires.
- Trouver les relations entre les paramètres liées aux boucles du mécanisme.
(ici les roulements sans glissement en A et en C donnent des relations entre R_2 , R_1 , $\omega_{2/4}$, $\omega_{4/0}$, $\omega_{1/0}$ et R_3 , R_2' , $\omega_{2/4}$, $\omega_{3/0}$ et $\omega_{4/0}$.)
- Déduire une relation d'entrée sortie (ici entre $\omega_{3/0}$, $\omega_{1/0}$, $\omega_{4/0}$, R_1 , R_3 , R_2 et R_2').
On cherche ici la relation $\frac{\omega_{1/0} - \omega_{4/0}}{\omega_{3/0} - \omega_{4/0}}$ en fonction de R_1 , R_3 , R_2 et R_2' .

Exercice 2 : Loi E/S



1 - Tracez le graphe des liaisons et donnez les torseurs cinématiques associés à chacune des branches du graphe.

2 - Par fermeture de chaîne cinématique, déterminez les lois E/S : 2/0 et 2/1 en fonction de la vitesse de rotation 1/0 et de l'angle associé. Si un autre angle intervient, vous devrez ensuite pouvoir exprimer celui-ci en fonction de l'angle d'entrée.

3 - Proposez une autre méthode pour déterminer la vitesse de 2/0 en fonction de celle de 1/0 et de l'angle θ . Mettez en place cette méthode.

Exercice 3 : Souris

Présentation

Une souris est un dispositif de pointage pour ordinateur. Elle a été inventée en 1963 par Douglas Engelbart du Stanford Research Institute (Californie, États-Unis). L'objet était en bois, et portait le nom "d'indicateur de position X-Y pour système d'affichage". À l'époque, il y avait deux roues : une pour se déplacer horizontalement et l'autre verticalement. Elle a été améliorée par Jean-Daniel Nicoud à l'École polytechnique fédérale (Lausanne, Suisse) dès 1979 grâce à l'adjonction d'une boule et de capteurs ; il fabrique ainsi la souris Depraz qui a été à l'origine de l'entreprise Logitech.



Objectif : On propose d'étudier le codage de position d'une souris opto-mécanique, également appelée souris à boule, sur le plan de la cinématique.

Fonctionnement du codage de position

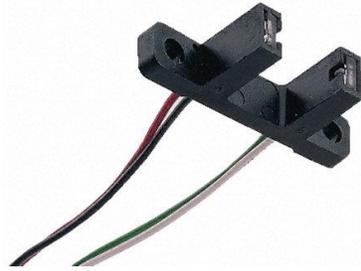
Principe général

La souris capte son déplacement par rapport au tapis, le projette suivant les deux directions de son repère orthonormé intrinsèque, code ce déplacement, et transmet la valeur de ce déplacement à l'ordinateur.

Éléments constitutifs

Une souris opto-mécanique comporte une partie mécanique et une partie électronique.

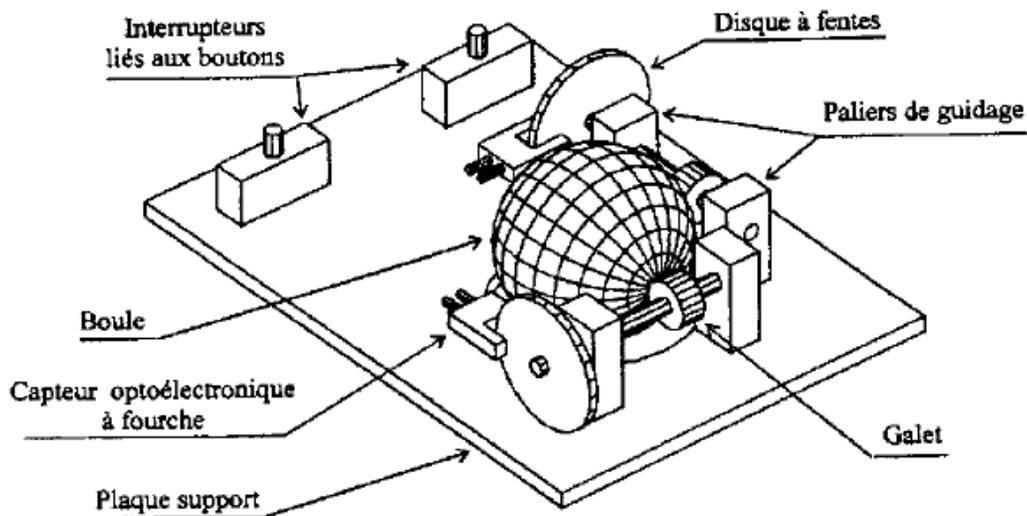
La partie électronique est constituée de capteurs opto-électroniques. En forme de fourche, ils contiennent une LED, envoyant un signal lumineux constant, et une photodiode, le recevant.



Capteur opto-électronique

La partie mécanique est quant à elle composée de :

- Un boîtier contenant une plaque support.
- Une bille en caoutchouc qui roule sans glisser en pivotant sur le plan.
- Deux galets identiques liés à des disques à fentes.
- Un galet presseur qui plaque la bille sur les galets. Son rôle est d'assurer le roulement sans glissement de la bille sur les deux galets.



Éléments constitutifs

Fonctionnement

Le principe de la souris mécanique est basé sur une bille qui roule sur le tapis quand on bouge la souris. Cette bille actionne deux rouleaux perpendiculaires entre eux, qui comportent chacun un disque à fentes qui tourne entre une LED et une photodiode. De ce fait, la lumière passe par séquence lorsque le rouleau est en mouvement, donc si la boule est en mouvement. Lorsque la lumière passe, la photodiode renvoie un bit (1) et, lorsque la lumière ne passe pas, la photodiode renvoie un bit nul (0).

Avec ces informations, l'ordinateur peut calculer la trajectoire de la boule et sa vitesse par rapport au tapis.



Fonctionnement

Performances et cahier des charges

Les performances d'une souris se fondent principalement sur sa masse, son ergonomie et sa précision. Celle-ci est le rapport du nombre de mesures effectuées par la souris sur la distance parcourue par celle-ci. On exprime ainsi la précision d'une souris en dpi (dot per inch) alias ppp en français (points par pouce) : c'est le nombre de points de mesure que la souris distingue sur une distance d'un pouce (2,54 cm).

Nous étudierons dans cet exercice plus particulièrement la souris *Razer Boomer Control*, optimisée pour les jeux vidéos dits de tir subjectif, plus communément nommés FPS (*First-person shooter*), tels que Half-Life, Call of Duty, Far Cry ou Battlefield.



Souris Boomer Control de Razer

Critère	Niveau
Précision (<i>dpi</i>)	1400

Extrait de la documentation constructeur

Vérification de la précision de la souris Razer Boomer Control

Modélisation et paramétrage

On associe à chaque solide i un repère R_i de base $B_i = (\vec{x}_i, \vec{y}_i, \vec{z}_i)$.

Les galets 3 et 4, de rayon égal à a , sont en liaison pivot avec la plaque support 1, respectivement d'axes (L, \vec{y}_1) et (M, \vec{x}_1) . Ils roulent sans glisser en J et K sur la boule 2, qui, elle-même, roule sans glisser en I sur le tapis 0.

On note $\overrightarrow{\Omega}_{3/1} = \omega_3 \vec{y}_1$ et $\overrightarrow{\Omega}_{4/1} = \omega_4 \vec{x}_1$.

La plaque support 1 est animée d'un mouvement plan par rapport au tapis 0. La condition de contact impose $\overrightarrow{OC} \cdot \vec{z}_0 = R$. Alors, la position de 1 par rapport à 0 est définie par $\overrightarrow{OC} = x\vec{x}_0 + y\vec{y}_0 + R\vec{z}_0$, R étant le rayon de la boule, et par l'angle $\theta = (\vec{x}_0, \vec{x}_1) = (\vec{y}_0, \vec{y}_1)$.

La liaison de la boule 2 par rapport au cadre 1 est une rotule de centre C. Le torseur cinématique associé à cette liaison est alors :

$$\{V_{2/1}\} = \left\{ \begin{array}{l} \overrightarrow{\Omega}_{2/1} = p\vec{x}_0 + q\vec{y}_0 + r\vec{z}_0 \\ \overrightarrow{V}_{C \in 2/1} = \vec{0} \end{array} \right\}_C \quad \text{Avec } p, q \text{ et } r \text{ des inconnues.}$$

Valeurs numériques : $a = 3 \text{ mm}$ et $R = 22 \text{ mm}$.

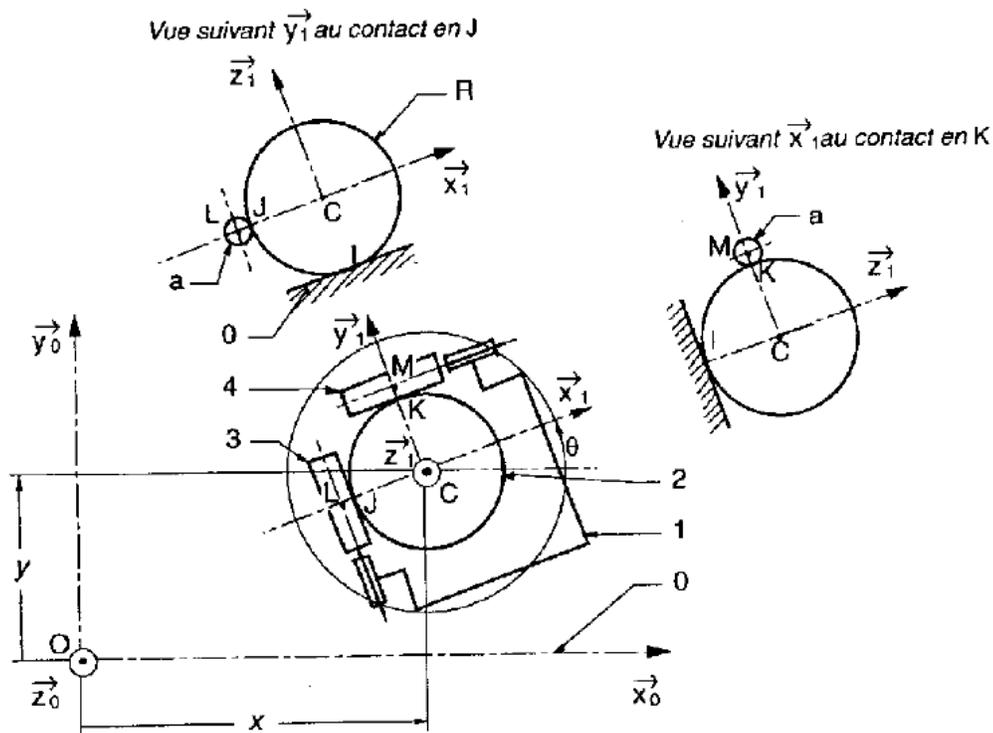


Figure de travail

Etude cinématique

Objectif : Il s'agit dans un premier temps de relier les composantes p , q et r définissant le mouvement de la boule par rapport à la plaque support aux composantes x et y définissant les déplacements de la souris par rapport au tapis à reproduire sur l'écran. Ensuite, on s'attachera à exprimer les positions angulaires θ_3 et θ_4 pour comprendre comment on remonte des mesures des capteurs à ces déplacements. Cela permettra ensuite de vérifier le cahier des charges.

Détermination de la fréquence de rotation des potentiomètres

Q1 : Réaliser la figure géométrale montrant le changement de base entre 0 et 1.

Q2 : Donner le torseur cinématique décrivant les mouvements de 1 par rapport à 0 en C. En explicitant la condition de non glissement en I, exprimer p et q en fonction des données.

Q3 : Donner le torseur cinématique de 3 par rapport à 1 en L. En explicitant la condition de non glissement en J, exprimer $\overrightarrow{\Omega_{3/1}}$ et $\overrightarrow{\Omega_{2/1}}$ en fonction des données.

Q4 : Donner le torseur cinématique de 4 par rapport à 1 en M et déterminer $\overrightarrow{\Omega_{4/1}}$ en fonction des données.

Détermination du code géré par ordinateur

Q5 : En supposant pour $\theta = 0$, $x = 0$ et $y = 0$, exprimer les positions angulaires θ_3 et θ_4 .

Q6 : En déduire les expressions analytiques de x et y .

Conclusion vis-à-vis du cahier des charges

Q7 : D'après la documentation constructeur, donner la précision en μm que doit posséder la souris sur un axe.

Q8 : Combien faut-il alors de fentes par disque pour respecter le cahier des charges ?

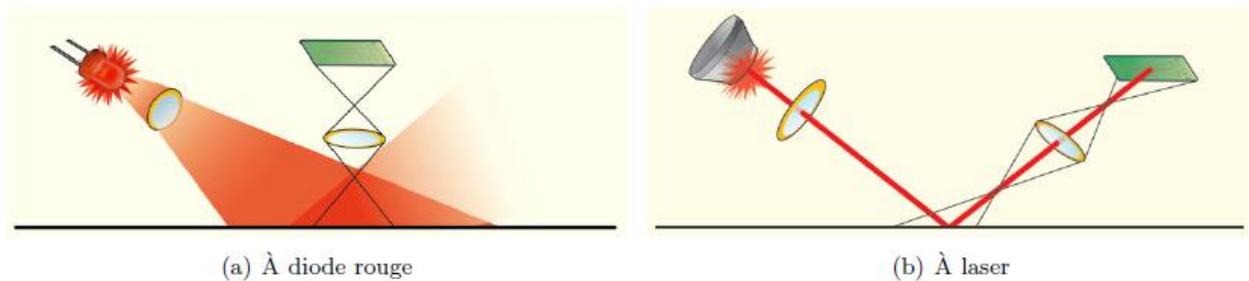
En réalité, pour distinguer le sens de déplacement de la souris, on place deux disques à fentes par galet.

Q9 : Le constructeur annonce 260 fentes par disque. Le cahier des charges est-il respecté ?

Ouverture

Les nouvelles technologies de souris utilisent l'analyse d'images : une analyse de tous les détails du support permet la détermination, en comparant deux images proches, de la distance parcourue et de la direction du mouvement.

Les souris optiques à diode rouge possèdent une précision pouvant atteindre jusqu'à 3200 dpi pour les meilleurs modèles. La précision des souris optiques à laser peut dépasser 5000 dpi.

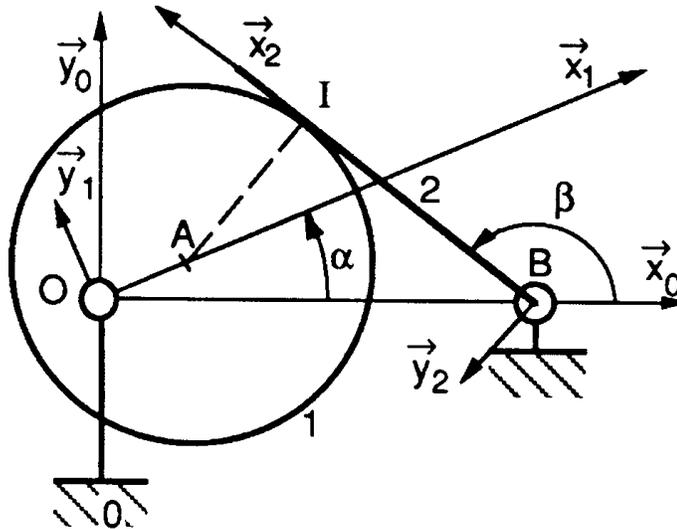


Autres technologies de souris

Q10 : Expliquer qualitativement pourquoi les souris à boule sont aujourd'hui technologiquement obsolètes. À votre avis, pourquoi certains joueurs continuent néanmoins à les utiliser ?

EXERCICE 4 : CAME CIRCULAIRE :

Considérons le mécanisme représenté figure suivante.



Soit $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ un repère lié au bâti 0 du mécanisme. On pose $\overline{OB} = b.\vec{x}_0$.

Soit $R_1(O, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_0)$ un repère lié à la came 1. La came est assimilée à un disque de centre A et de rayon r. Elle est animée d'un mouvement de rotation autour de l'axe (O, \vec{z}_0) par rapport au bâti. Posons $\alpha = (\vec{x}_0, \vec{x}_1)$ et $\overline{OA} = a.\vec{x}_1$.

Soit $R_2(B, \vec{x}_2, \vec{y}_2, \vec{z}_0)$ un repère lié à la pièce 2. Elle est animée d'un mouvement de rotation autour de l'axe (B, \vec{z}_0) par rapport au bâti. Posons $\beta = (\vec{x}_0, \vec{x}_2)$.

La came 1 et la pièce 2 sont en contact en I.

Question 1 : Exprimer les torseurs cinématiques des mouvements de 1/0 et 2/0.

Question 2 : Calculer, en fonction de $\dot{\alpha}$, $\dot{\beta}$ et des caractéristiques géométriques a, b et r, le vecteur vitesse de glissement au point I du mouvement de 2 par rapport à 1

Question 3 : A partir des propriétés du vecteur vitesse de glissement, en déduire une relation entre α , β , leurs dérivées et les caractéristiques géométriques.

Question 4 : Déterminer analytiquement le CIR du mouvement de 2/1