Modélisation des mécanismes

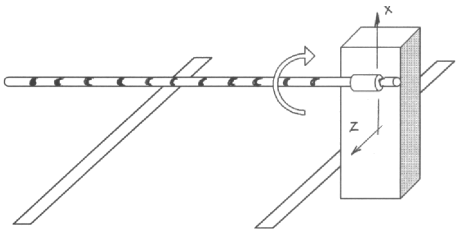
TD 6

Compétences visées: A3-07, B2-08, B2-17, C2-11, D1-02, D2-06 v1.2

Lycée La Fayette – 21 Bd Robert Schuman – 63000 Clermont-Ferrand – Académie de Clermont-Ferrand

Ouvre-barrière Sinusmatic

1 Présentation



La société *Ellipse Industrie* commercialise une barrière télécommandée appelée *Sinusmatic*. Le système *Sinusmatic* permet l'ouverture ou la fermeture, dans un plan vertical, des barrières de parking et de péages d'autoroute.

La particularité de la barrière *Sinusmatic* résulte de la cinématique brevetée de son renvoi d'angle qui transforme le mouvement circulaire continu d'un moto réducteur en mouvement oscillant d'un quart de tour.

L'entraînement est obtenu par un moteur électrique et un réducteur à engrenages (non représentés), dont l'arbre de sortie, noté **AS**, est lié à la manivelle **C1**. L'avantage de ce mécanisme est d'autoriser des temps de manœuvres très courts, sans choc aux extrémités de la course de la barrière. La séquence ci-dessous (Figure 1) permet d'observer le fonctionnement du système pour une rotation d'un tour de l'arbre d'entrée.

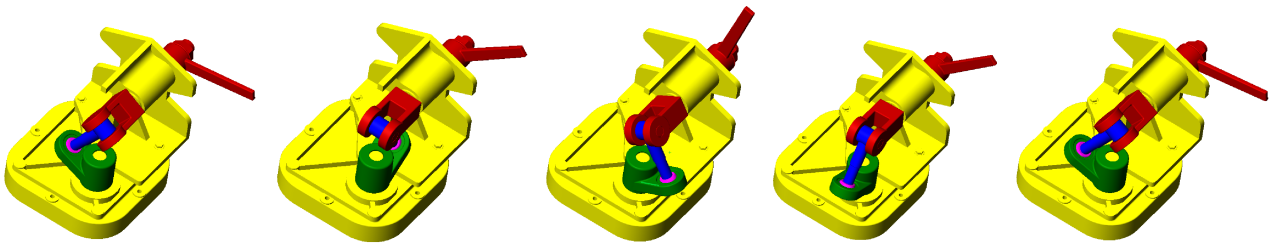


Figure 1 – Évolution de la sortie (barrière) pour un tour de l'arbre d'entrée (arbre de sortie du moto-réducteur)

Objectif

L'objectif de ce TD est de déterminer les conditions géométriques nécessaires pour que ce système vérifie la cinématique annoncée par le constructeur : ouverture/fermeture d'un quart de tour pour un tour complet de l'arbre de sortie du moto-réducteur.

2 Modélisation des contacts

Question 1 À partir de la description, proposer un diagramme de la chaîne d'énergie partielle de l'ouvre barrière.

La FIGURE 2 donne un aperçu en perspective du mécanisme de transformation de mouvement et la FIGURE 3 précise les classes d'équivalence cinématique qui seront utilisées.

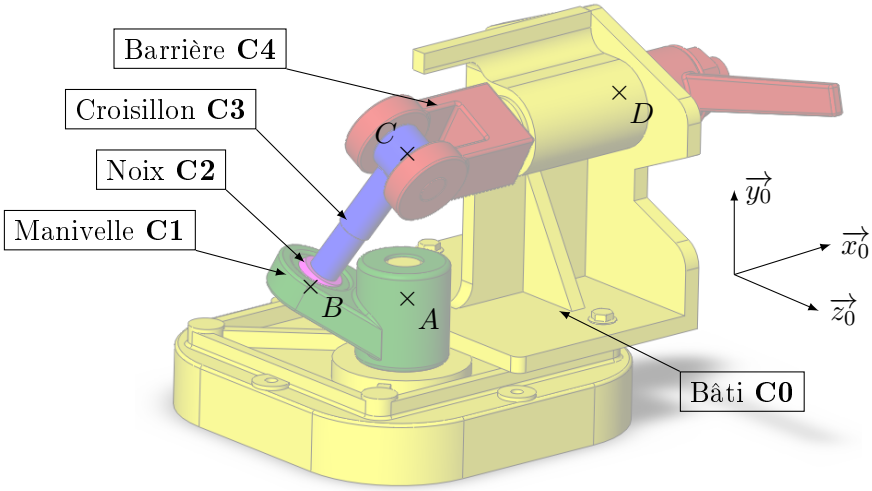
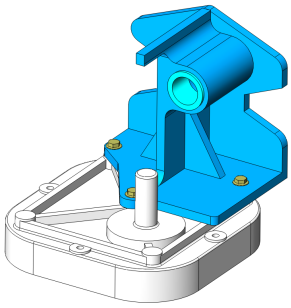
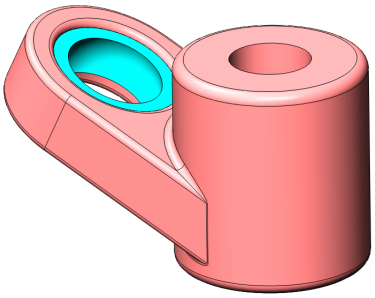


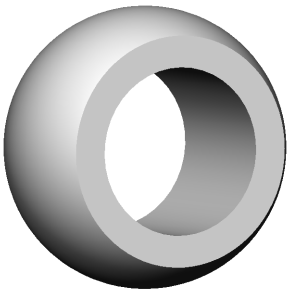
FIGURE 2 – Vue en perspective du *Sinusmatic*



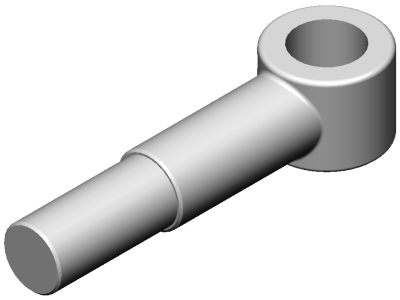
(a) bâti **C0**



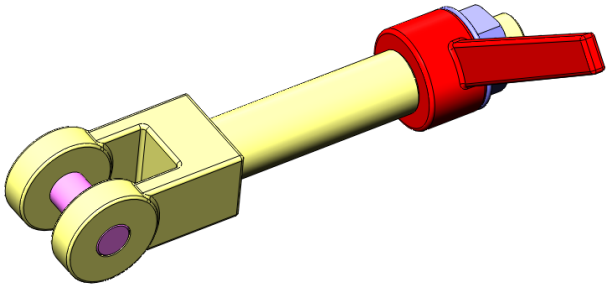
(b) Manivelle **C1**



(c) Noix **C2**



(d) Croisillon **C3**



(e) Barrière **C4**

FIGURE 3 – Classes d'équivalence cinématique du *Sinusmatic*

La fonction du *Sinusmatic* est donc de transformer la rotation de l'arbre de sortie du moto-réducteur d'axe vertical $(A, \overrightarrow{y_0})$ par rapport au bâti, en une rotation d'axe horizontal de la barrière $(D, \overrightarrow{x_0})$.

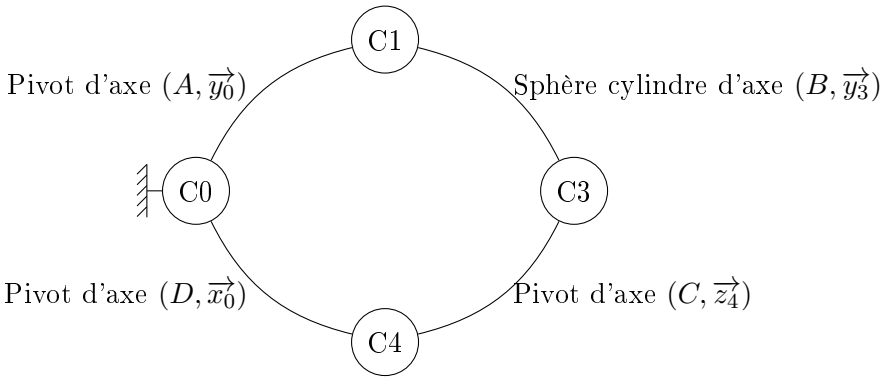
Question 2 À partir des figures 2 et 3, déterminer le graphe des liaisons du *Sinusmatic*.

Question 3 Sur la FIGURE 4 (page 4), réaliser le schéma cinématique spatial du *Sinusmatic*.

3 Modélisation du mouvement

3.1 Paramétrage

Une étude sur les liaisons équivalentes (notion qui sera traitée ultérieurement) a permis de simplifier le mécanisme :



Pour réaliser l'étude géométrique, on pose :

- $R_0\,(A, \overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{z_0})$ le repère associé au bâti **C0** ;
- $R_1\,(A, \overrightarrow{x_1}, \overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{z_1})$ le repère associé à la manivelle **C1** avec $\alpha = (\overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{x_1}) = (\overrightarrow{z_0}, \overrightarrow{z_1})$;
- $R_4\,(D, \overrightarrow{x_0}, \overrightarrow{y_4}, \overrightarrow{z_4})$ le repère associé à la barrière **C4** avec $\beta = (\overrightarrow{y_0}, \overrightarrow{y_4}) = (\overrightarrow{z_0}, \overrightarrow{z_4})$;
- $R_3\,(C, \overrightarrow{x_3}, \overrightarrow{y_3}, \overrightarrow{z_3})$ le repère associé au croisillon **C3** avec :
  - $\theta = (\overrightarrow{x_3}, \overrightarrow{x_4}) = (\overrightarrow{y_3}, \overrightarrow{y_4})$, le paramètre angulaire associé à la liaison pivot d'axe $(C, \overrightarrow{z_4})$ entre **C3** et **C4**,
  - $\gamma = (\overrightarrow{z_1}, \overrightarrow{z_3}) = (\overrightarrow{y_1}, \overrightarrow{y_3})$, un des paramètres angulaires de la liaison linéaire annulaire d'axe $(B, \overrightarrow{y_3})$ entre **C1** et **C3** ;
- $\overrightarrow{AB} = R.\overrightarrow{z_1}$, $\overrightarrow{AC} = L.\overrightarrow{y_0}$ et $\overrightarrow{BC} = \lambda.\overrightarrow{y_3}$.

3.2 Loi entrée-sortie

Question 4 Réaliser les figures planes (géométrales) associées aux paramètres angulaires α, β, θ et γ.

Question 5 Écrire la fermeture géométrique (linéaire) relative aux points A, B et C. En projetant cette fermeture dans la base b_1, montrer que la longueur λ et que l'angle γ sont constants et indépendant de l'angle θ. Pouvait-on le prévoir directement en observant le schéma cinématique ?

D'après le graphe des liaisons (chaine fermée) et les figures géométrales (de changement de bases), on remarque qu'il est possible d'écrire le vecteur $\overrightarrow{y_3}$ dans la base b_0 de deux façons différentes : en passant par la base b_4 ou en passant par la base b_1.

Question 6 Déterminer les deux expressions de $\overrightarrow{y_3}$ dans la base b_0 et en déduire la relation entre le paramètre d'entrée α et le paramètre de sortie β (en fonction de l'angle γ).

Question 7 En déduire la valeur de l'angle γ qui permet de respecter le cahier des charges : pour un demi-tour de l'arbre d'entrée du mécanisme (angle α), la barrière doit faire un quart de tour (angle β). Quelle relation a t-on alors entre R et L ?

La particularité du système réside, en partie, dans la géométrie du croisillon qui impose une orthogonalité des axes $\overrightarrow{y_3}$ et $\overrightarrow{z_4}$.

Question 8 Écrire la relation d'orthogonalité entre les vecteurs $\overrightarrow{y_3}$ et $\overrightarrow{z_4}$ et montrer que l'on retrouve la loi entrée-sortie du mécanisme très rapidement.

4 Document réponse

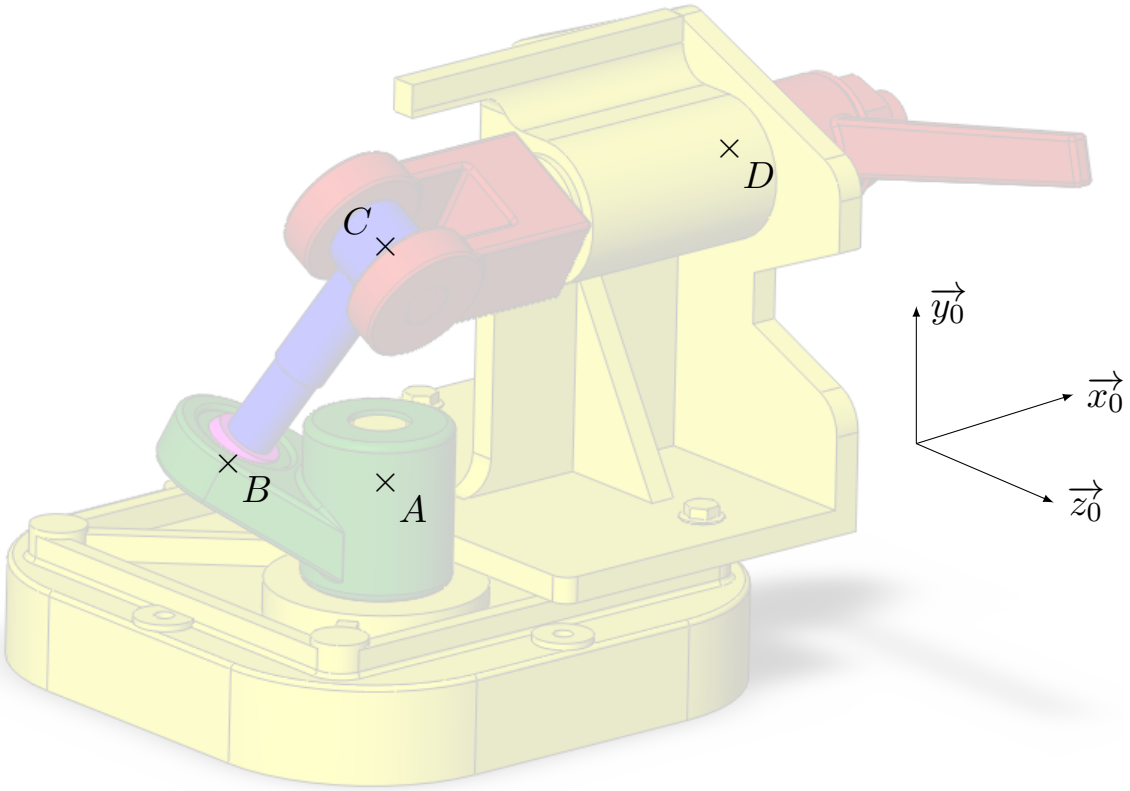


FIGURE 4 – Schéma cinématique spatial du *Sinusmatic*