1 Lève vitre électrique

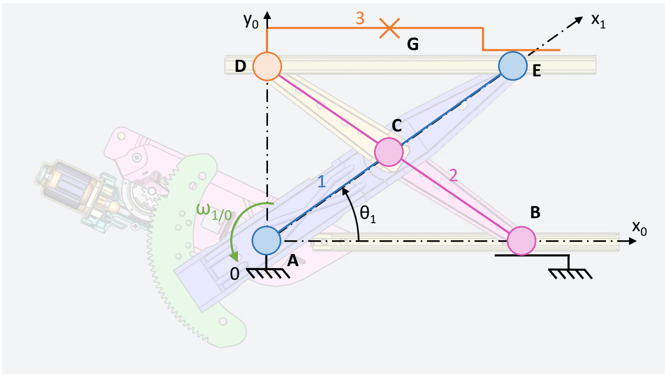
1.1 Présentation du système

Les vitres électriques sont mises en mouvement grâce à un moteur électrique en rotation. C'est le système que nous étudions ici qui permet de transformer ce mouvement de rotation en translation de la vitre.

2 Etude de la vitesse du déplacement de la vitre

Le mouvement d'entrée est la rotation de 1 par rapport à 0, la vitesse est donc $\omega_{1/0}$ indiquée sur la figure ci-contre.
Données géométriques :

- $\overrightarrow{AE} = L.\overrightarrow{x_1}$,
- $\overrightarrow{AB} = L.cos(\theta_1).\overrightarrow{x_0}$,
- $\overrightarrow{AD} = L.sin(\theta_1).\overrightarrow{y_0}$,
- $\overrightarrow{AC} = \frac{L}{2}.\overrightarrow{x_1}$,
- $\overrightarrow{DG} = \frac{L}{2}.cos(\theta_1).\overrightarrow{x_0} + e.\overrightarrow{y_0}$,



Les liaisons aux points A, C et D sont des liaisons pivots et celles en B et E sont des liaisons ponctuelles.

Question 1 : Dessiner le graphe de liaison de ce système.

Question 2 : Donner les torseurs cinématiques suivants :

- $\{V_{1/0}\}$ de la liaison entre la pièce 1 et le bâti 0 en A,
- $\{V_{2/1}\}$ de la liaison entre la pièce 2 et le bâti 1 en C,
- $\{V_{2/0}\}$ de la liaison entre la pièce 2 et le bâti 0 en B,
- $\{V_{3/2}\}$ de la liaison entre la pièce 3 et le bâti 2 en D,
- $\{V_{3/1}\}$ de la liaison entre la pièce 3 et le bâti 1 en E.

Question 3 : Déplacer le torseur cinématique $\{V_{2/1}\}$ de la liaison entre la pièce 2 et le bâti 1 du point C au point A.

Question 4 : Déplacer le torseur cinématique $\{V_{2/0}\}$ de la liaison entre la pièce 2 et le bâti 0 du point B au point A.

3 Questions bonus à faire à la maison

Question 5 : Déplacer le torseur cinématique $\left\{\mathrm{V}_{3/2}\right\}$ de la liaison entre la pièce 3 et le bâti 2 du point D au point A.

Question 6 : Déplacer le torseur cinématique $\left\{\mathrm{V}_{3/1}\right\}$ de la liaison entre la pièce 3 et le bâti 1 du point E au point A.

Une des deux relations torsorielles nécessaires afin de résoudre le comportement de ce système est $\left\{\mathrm{V}_{3/1}\right\}_{\mathrm{A},\mathrm{R}_0} + \left\{\mathrm{V}_{1/0}\right\}_{\mathrm{A},\mathrm{R}_0} = \left\{\mathrm{V}_{3/2}\right\}_{\mathrm{A},\mathrm{R}_0} + \left\{\mathrm{V}_{2/0}\right\}_{\mathrm{A},\mathrm{R}_0}$.

Question 7 : Déterminer une autre relation torsorielle complémentaire.

Question 8 : Écrire le système d'équations qui lie les composantes des torseurs cinématiques issu des ces deux relations torsorielles.

Question 9 : En déduire la vitesse $\overrightarrow{\mathrm{V}_{\mathrm{E}\in 3/1}}$ en fonction de $\omega_{1/0}$, θ_1 et L.

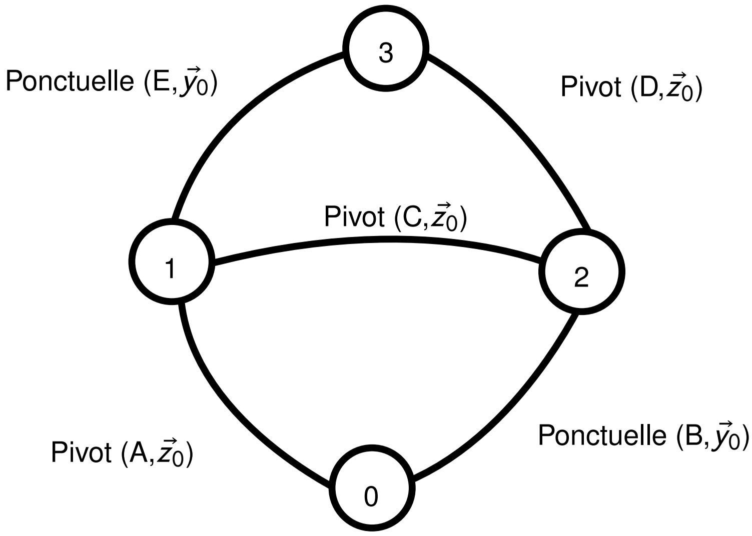
Rappels :

On notera le torseur cinématique du solide i par rapport au solide j exprimé au point M par :

$$\left\{\mathrm{V}_{i/j}\right\} = \left\{\begin{array}{cc} \omega_{x,ij} & \mathrm{V}_{x,\mathrm{M},ij} \\ \omega_{y,ij} & \mathrm{V}_{y,\mathrm{M},ij} \\ \omega_{z,ij} & \mathrm{V}_{z,\mathrm{M},ij} \end{array}\right\}_{\mathrm{X},\mathrm{R}_\mathrm{P}}, \text{ avec } \mathrm{R}_\mathrm{P} = (\overrightarrow{\mathrm{X}_\mathrm{P}}, \overrightarrow{\mathrm{Y}_\mathrm{P}}, \overrightarrow{\mathrm{Z}_\mathrm{P}})$$

FIN

Question ?? :



Question ?? :

$$\{V_{1/0}\} = \left\{\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ \omega_{10} & 0 \end{array}\right\}_A \quad \{V_{2/1}\} = \left\{\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ \omega_{21} & 0 \end{array}\right\}_C \quad \{V_{2/0}\} = \left\{\begin{array}{cc} \omega_{x,20} & V_{x,20} \\ \omega_{y,20} & 0 \\ \omega_{z,20} & V_{z,20} \end{array}\right\}_B \quad \{V_{3/2}\} = \left\{\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ \omega_{32} & 0 \end{array}\right\}_D$$

$$\{V_{3/1}\} = \left\{\begin{array}{cc} \omega_{x,31} & V_{x,31} \\ \omega_{y,31} & 0 \\ \omega_{z,31} & V_{z,31} \end{array}\right\}_E$$

Question ?? :

$$\{V_{2/1}\} = \left\{\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ \omega_{21} & 0 \end{array}\right\}_C = \left\{\begin{array}{cc} 0 & \frac{L}{2}.\omega_{21}.sin(\theta_1) \\ 0 & -\frac{L}{2}.\omega_{21}.cos(\theta_1) \\ \omega_{21} & 0 \end{array}\right\}_A$$

Question ?? :

$$\{V_{2/0}\} = \left\{\begin{array}{cc} \omega_{x,20} & V_{x,20} \\ \omega_{y,20} & 0 \\ \omega_{z,20} & V_{z,20} \end{array}\right\}_B = \left\{\begin{array}{cc} \omega_{x,20} & V_{x,20} \\ \omega_{y,20} & -L.\omega_{z,20}.cos(\theta_1) \\ \omega_{z,20} & V_{z,20} + L.\omega_{y,20}.cos(\theta_1) \end{array}\right\}_A$$

Question ?? :

$$\left\{V_{3/2}\right\} = \left\{\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ \omega_{32} & 0 \end{array}\right\}_D = \left\{\begin{array}{cc} 0 & L.\omega_{32}.sin(\theta_1) \\ 0 & 0 \\ \omega_{32} & 0 \end{array}\right\}_A$$

Question ?? :

$$\left\{V_{3/1}\right\} = \left\{\begin{array}{cc} \omega_{x,31} & V_{x,31} \\ \omega_{y,31} & 0 \\ \omega_{z,31} & V_{z,31} \end{array}\right\}_E = \left\{\begin{array}{cc} \omega_{x,31} & V_{x,31} + L.\omega_{z,31}.sin(\theta_1) \\ \omega_{y,31} & -L.\omega_{z,31}.cos(\theta_1) \\ \omega_{z,31} & V_{z,31} + L.\omega_{y,31}.cos(\theta_1) - L.\omega_{x,31}.sin(\theta_1) \end{array}\right\}_A$$

Question ?? :

$$\left\{V_{2/0}\right\} = \left\{V_{2/1}\right\} + \left\{V_{1/0}\right\} \; ou \; \left\{V_{3/1}\right\} = \left\{V_{3/2}\right\} + \left\{V_{2/1}\right\}$$

Question ?? :

$$\begin{cases} \omega_{x,31} = \omega_{x,20} \\ \omega_{y,31} = \omega_{y,20} \\ \omega_{z,31} + \omega_{10} = \omega_{32} + \omega_{z,20} \\ V_{x,31} + L.\omega_{z,31}.sin(\theta_1) = L.\omega_{32}.sin(\theta_1) + V_{x,20} \\ -L.\omega_{z,31}.cos(\theta_1) = -L.\omega_{z,20}.cos(\theta_1) \\ V_{z,31} + L.\omega_{y,31}.cos(\theta_1) - L.\omega_{x,31}.sin(\theta_1) = V_{z,20} + L.\omega_{y,20}.cos(\theta_1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \omega_{x,20} = 0 \\ \omega_{y,20} = 0 \\ \omega_{z,20} = \omega_{21} + \omega_{10} \\ V_{x,20} = \frac{L}{2}.\omega_{21}.sin(\theta 1) \\ -L.\omega_{z,20}.cos(\theta 1) = -\frac{L}{2}.\omega_{21}.cos(\theta 1) \\ V_{z,20} + L.\omega_{y,20}.cos(\theta 1) = 0 \end{cases}$$

Question ?? :

$$\overrightarrow{V_{E\in 3/1}} = V_{x,31}.\overrightarrow{x_0} + V_{z,31}.\overrightarrow{z_0}$$

$$\overrightarrow{V_{E\in 3/1}} = L.sin(\theta_1).\omega_{10}.\overrightarrow{x_0}$$