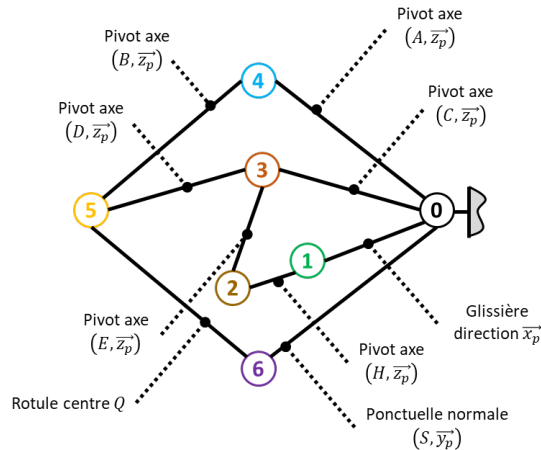


Pince Robovolc ★

03 CHS

Question 1 Calculer l'hyperstatisme du modèle plan du mécanisme global de la pince (??).

Le graphe de liaisons est donné figure suivante.



Si la pince est en position serrée, il n'y a pas de mobilité utile.

- Dans le plan, on a $m = 1$: mobilité correspondant au serrage de la pièce et rotation de 6 autour de l'axe (Q, \vec{z}_p) .
- $I_c = 6 \times 1 + 1 \times 1 + 1 \times 3 = 10$ (6 pivots, 1 glissière et 1 ponctuelle dans le plan);
- $E_c = 3 \times 3 = 9$
- $h = m - I_c + E_c = 1 - 10 + 9 = 0$.

Mouvement RT ★

B2-13

Question 1 Déterminer $\overrightarrow{V(C, 2/0)}$ par dérivation vectorielle ou par composition.

Méthode 1 – Dérivation vectorielle

$$\overrightarrow{V(C, 2/0)} = \frac{d}{dt} [\overrightarrow{AC}]_{\mathcal{R}_0} = \frac{d}{dt} [\overrightarrow{AB}]_{\mathcal{R}_0} + \frac{d}{dt} [\overrightarrow{BC}]_{\mathcal{R}_0} = \dot{\lambda}(t) \vec{i}_0 + R \frac{d}{dt} [\vec{i}_2]_{\mathcal{R}_0} = \dot{\lambda}(t) \vec{i}_0 + R \dot{\theta} \vec{j}_2$$

Méthode 2 – Composition du torseur cinématique

$$\overrightarrow{V(C, 2/0)} = \overrightarrow{V(C, 2/1)} + \overrightarrow{V(C, 1/0)}$$

$$\text{Pour tout point } P, \overrightarrow{V(P, 1/0)} = \dot{\lambda} \vec{i}_0.$$

$$\overrightarrow{V(C, 2/1)} = \overrightarrow{V(B, 2/1)} + \overrightarrow{CB} \wedge \overrightarrow{\Omega(2/1)} = -R \vec{i}_2 \wedge \dot{\theta} \vec{k}_0 = R \dot{\theta} \vec{j}_2.$$

$$\text{On a donc } \overrightarrow{V(C, 2/0)} = \dot{\lambda} \vec{i}_0 + R \dot{\theta} \vec{j}_2.$$

Question 2 Donner le torseur cinématique $\{\mathcal{V}(2/0)\}$ au point C.

$$\{\mathcal{V}(2/0)\} = \left\{ \begin{array}{l} \overrightarrow{\Omega(2/0)} = \dot{\theta} \vec{k}_0 \\ \overrightarrow{V(C, 2/0)} = \dot{\lambda} \vec{i}_0 + R \dot{\theta} \vec{j}_2 \end{array} \right\}_C.$$

Question 3 Déterminer $\overrightarrow{\Gamma(C, 2/0)}$.

$$\overrightarrow{\Gamma(C, 2/0)} = \frac{d}{dt} \left[\overrightarrow{V(C, 2/0)} \right]_{\mathcal{R}_0} = \ddot{\lambda}(t) \vec{i}_0 + R \frac{d}{dt} \left[\dot{\theta} \vec{j}_2 \right]_{\mathcal{R}_0} = \ddot{\lambda}(t) \vec{i}_0 + R \left(\ddot{\theta} \vec{j}_2 - \dot{\theta}^2 \vec{i}_2 \right).$$

03 STAT

Pas de corrigé pour cet exercice.

Mouvement TR ★

Question 1 Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.

Question 2 Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.

Question 3 Simplifier les torseurs dans l'hypothèse des problèmes plans.

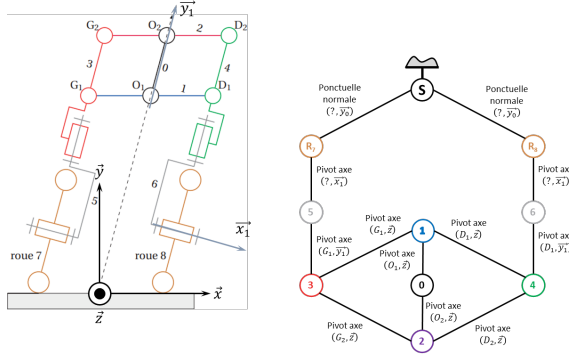
Question 4 Proposer une démarche permettant de déterminer le couple et l'effort que doivent développer chacun des actionneurs pour maintenir le mécanisme en équilibre.

Scooter Piaggio★

03 CHS

Question 1 Réaliser le graphe de liaisons du système de direction. On considérera le sol comme une classe d'équivalence.

Pas de corrigé pour cet exercice.



Question 2 Calculer le degré d'hyperstatisme.

Question 3 Si le modèle est hyperstatique, modifier le modèle pour le rendre isostatique. Si on considère l'ensemble 0,1,2,3,4 :

- ▶ $h = m - E_s + I_s$
- ▶ $m = 1;$
- ▶ $E_s = 4 \times 6 = 24;$
- ▶ $I_s = 6 \times 5 = 30;$
- ▶ $h = 1 - 24 + 30 = 7.$

Tout l'hyperstatisme est donc concentré dans le double parallélogramme.

On peut remplacer la pivot en O_1 par une linéaire annulaire, ce qui supprime 3 inconnues statiques. On peut aussi remplacer les pivots G_2 et D_2 par des rotules (supprimant ainsi 4 inconnues statiques).

Mouvement RR 3D ★

02 CIN

Question 1 Déterminer $\overrightarrow{V(C, 2/0)}$ par dérivation vectorielle.

$$\overrightarrow{V(C, 2/0)} = \frac{d}{dt} [\overrightarrow{AC}]_{\mathcal{R}_0} = \frac{d}{dt} [R\vec{i}_1 + \ell\vec{i}_2 + r\vec{j}_2]_{\mathcal{R}_0}.$$

Calculons :

- ▶ $\frac{d}{dt} [\vec{i}_1]_{\mathcal{R}_0} = \overrightarrow{\Omega(1/0)} \wedge \vec{i}_1 = \dot{\theta} \vec{k}_0 \wedge \vec{i}_1 = \dot{\theta} \vec{j}_1.$
- ▶ $\frac{d}{dt} [\vec{i}_2]_{\mathcal{R}_0} = \dot{\theta} \vec{j}_1 (\vec{i}_1 = \vec{i}_2).$
- ▶ $\frac{d}{dt} [\vec{j}_2]_{\mathcal{R}_0} = \overrightarrow{\Omega(2/0)} \wedge \vec{j}_2 = (\dot{\theta} \vec{k}_0 + \dot{\varphi} \vec{i}_1) \wedge \vec{j}_2 = \dot{\theta} \vec{k}_1 \wedge \vec{j}_2 + \dot{\varphi} \vec{i}_1 \wedge \vec{j}_2 = -\dot{\theta} \cos \varphi \vec{i}_1 + \dot{\varphi} \vec{k}_2.$

On a donc, $\overrightarrow{V(C, 2/0)} = (R + \ell) \dot{\theta} \vec{j}_1 - r \dot{\theta} \cos \varphi \vec{i}_1 + r \dot{\varphi} \vec{k}_2.$

Question 2 Déterminer $\overrightarrow{V(C, 2/0)}$ par composition.

On a $\overrightarrow{V(C, 2/0)} = \overrightarrow{V(C, 2/1)} + \overrightarrow{V(C, 1/0)}.$

- $\overrightarrow{V(C, 2/1)}$: on passe par B car B est le centre de la pivot entre 2 et 1 et que $\overrightarrow{V(B, 2/1)} = \vec{0}$. $\overrightarrow{V(C, 2/1)} = \overrightarrow{V(B, 2/1)} + \overrightarrow{CB} \wedge \overrightarrow{\Omega(2/1)} = (-\ell \vec{i}_2 - r \vec{j}_2) \wedge \dot{\varphi} \vec{i}_1$
 $= -\ell \vec{i}_2 \wedge \dot{\varphi} \vec{i}_1 - r \vec{j}_2 \wedge \dot{\varphi} \vec{i}_1$
 $= r \dot{\varphi} \vec{k}_2$.
- $\overrightarrow{V(C, 1/0)}$: on passe par A car A est le centre de la pivot entre 1 et 0 et que $\overrightarrow{V(A, 1/0)} = \vec{0}$ est nul. $\overrightarrow{V(C, 1/0)} = \overrightarrow{V(A, 1/0)} + \overrightarrow{CA} \wedge \overrightarrow{\Omega(1/0)}$
 $= (-r \vec{j}_2 - \ell \vec{i}_2 - R \vec{i}_1) \wedge \dot{\theta} \vec{k}_1$
 $= -r \dot{\theta} \cos \varphi \vec{i}_1 + \ell \dot{\theta} \vec{j}_1 + R \dot{\theta} \vec{j}_1$

Au final, $\overrightarrow{V(C, 2/0)} = r \dot{\varphi} \vec{k}_2 - r \dot{\theta} \cos \varphi \vec{i}_1 + \ell \dot{\theta} \vec{j}_1 + R \dot{\theta} \vec{j}_1$.

Question 3 Donner le torseur cinématique $\{\mathcal{V}(2/0)\}$ au point C .

$$\{\mathcal{V}(2/0)\} = \left\{ \begin{array}{l} \dot{\theta} \vec{k}_1 + \dot{\varphi} \vec{i}_1 \\ (R + \ell) \dot{\theta} \vec{j}_1 - r \dot{\theta} \cos \varphi \vec{i}_1 + r \dot{\varphi} \vec{k}_2 \end{array} \right\}_C$$

Question 4 Déterminer $\overrightarrow{\Gamma(C, 2/0)}$.

$$\begin{aligned} \overrightarrow{\Gamma(C, 2/0)} &= \frac{d}{dt} \left[\overrightarrow{V(C, 2/0)} \right]_{\mathcal{R}_0} \\ &= \frac{d}{dt} \left[(R + \ell) \dot{\theta} \vec{j}_1 - r \dot{\theta} \cos \varphi \vec{i}_1 + r \dot{\varphi} \vec{k}_2 \right]_{\mathcal{R}_0} \end{aligned}$$

Calculons :

- $\frac{d}{dt} \left[\vec{i}_1 \right]_{\mathcal{R}_0} = \overrightarrow{\Omega(1/0)} \wedge \vec{i}_1 = \dot{\theta} \vec{k}_0 \wedge \vec{i}_1 = \dot{\theta} \vec{j}_1$.
- $\frac{d}{dt} \left[\vec{j}_1 \right]_{\mathcal{R}_0} = \overrightarrow{\Omega(1/0)} \wedge \vec{j}_1 = \dot{\theta} \vec{k}_0 \wedge \vec{j}_1 = -\dot{\theta} \vec{i}_1$.
- $\frac{d}{dt} \left[\vec{k}_2 \right]_{\mathcal{R}_0} = \overrightarrow{\Omega(2/0)} \wedge \vec{k}_2 = (\dot{\theta} \vec{k}_0 + \dot{\varphi} \vec{i}_1) \wedge \vec{k}_2 = \dot{\theta} \vec{k}_1 \wedge \vec{k}_2 + \dot{\varphi} \vec{i}_2 \wedge \vec{k}_2 = \dot{\theta} \sin \varphi \vec{i}_1 - \dot{\varphi} \vec{j}_2$.

$$\begin{aligned} \overrightarrow{\Gamma(C, 2/0)} &= (R + \ell) \ddot{\theta} \vec{j}_1 - (R + \ell) \dot{\theta}^2 \vec{i}_1 - r \ddot{\theta} \cos \varphi \vec{i}_1 + r \dot{\theta} \dot{\varphi} \sin \varphi \vec{i}_1 - r \dot{\theta}^2 \cos \varphi \vec{j}_1 + \\ &+ r \ddot{\varphi} \vec{k}_2 + r \dot{\varphi} (\dot{\theta} \sin \varphi \vec{i}_1 - \dot{\varphi} \vec{j}_2). \end{aligned}$$

Mouvement RR 3D ★★

Question 1 Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.

Question 2 Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.

Question 3 Proposer une démarche permettant de déterminer le couple et l'effort que doivent développer chacun des actionneurs pour maintenir le mécanisme en équilibre.

03 STAT

03 STAT

Pas de corrigé pour cet exercice.

Nacelle articule de grande portée ★

03 CHS

Pas de corrigé pour cet exercice.

Question 1 Déterminer le degré d'hyperstatisme du modèle sans les vérins et indiquer si ce modèle permet ou non de conserver le contact avec chacune des roues quelle que soit la forme du terrain.

Question 2 Déterminer le degré d'hyperstatisme du modèle en faisant l'hypothèse que chacune des extrémités du vérin est en liaison rotule (avec le châssis et l'essieu).

Les vérins ne sont toujours pas pris en compte.

Question 3 Etablir la liaison équivalente réalisée par le train avant entre le sol et le châssis. Donner chaque étape de la démarche.

Question 4 Donner l'avantage de la solution constructeur par rapport à une solution à 4 roues directement sur le châssis et par rapport à une solution à 3 roues directement sur le châssis.

Question 5 Donner le rôle des vérins et indiquer selon quels critères ils peuvent être pilotés.

Mouvement RR 3D ★

02 CIN

Question 1 Déterminer $\overrightarrow{V(C, 2/0)}$ par dérivation vectorielle. $\overrightarrow{V(C, 2/0)} = \frac{d}{dt} [\overrightarrow{AC}]_{\mathcal{R}_0}$
 $= \frac{d}{dt} [H\vec{j}_1 + R\vec{i}_1 + L\vec{i}_2]_{\mathcal{R}_0}$.

Calculons :

- ▶ $\frac{d}{dt} [\vec{j}_0]_{\mathcal{R}_0} = \vec{0}$;
- ▶ $\frac{d}{dt} [\vec{i}_1]_{\mathcal{R}_0} = \overrightarrow{\Omega(1/0)} \wedge \vec{i}_1 = \dot{\theta} \vec{j}_1 \wedge \vec{i}_1 = -\dot{\theta} \vec{k}_1$;
- ▶ $\frac{d}{dt} [\vec{i}_2]_{\mathcal{R}_0} = \overrightarrow{\Omega(2/0)} \wedge \vec{i}_2 = (\dot{\theta} \vec{j}_1 + \dot{\phi} \vec{k}_2) \wedge \vec{i}_2 = \dot{\theta} \vec{j}_1 \wedge \vec{i}_2 + \dot{\phi} \vec{k}_2 \wedge \vec{i}_2 = -\dot{\theta} \cos \varphi \vec{k}_1 + \dot{\phi} \vec{j}_2$.

On a donc $\overrightarrow{V(C, 2/0)} = -R\dot{\theta} \vec{k}_1 + L(-\dot{\theta} \cos \varphi \vec{k}_1 + \dot{\phi} \vec{j}_2)$.

Question 2 Déterminer $\overrightarrow{V(C, 2/0)}$ par composition du vecteur vitesse. $\overrightarrow{V(C, 2/0)} = \overrightarrow{V(C, 2/1)} + \overrightarrow{V(C, 1/0)}$.

- ▶ Pour calculer $\overrightarrow{V(C, 2/1)}$, passons par B car $\overrightarrow{V(B, 2/1)} = \vec{0}$: $\overrightarrow{V(C, 2/1)} = \overrightarrow{V(B, 2/1)} + \overrightarrow{CB} \wedge \overrightarrow{\Omega(2/1)} = \overrightarrow{CB} \wedge \overrightarrow{\Omega(2/1)} = -L\vec{i}_2 \wedge \dot{\phi} \vec{k}_2 = L\dot{\phi} \vec{j}_2$.
- ▶ Pour calculer $\overrightarrow{V(C, 1/0)}$, passons par A car $\overrightarrow{V(A, 1/0)} = \vec{0}$: $\overrightarrow{V(C, 1/0)} = \overrightarrow{V(A, 1/0)} + \overrightarrow{CA} \wedge \overrightarrow{\Omega(1/0)} = \overrightarrow{CA} \wedge \overrightarrow{\Omega(1/0)} = -(\vec{H}\vec{j}_1 + R\vec{i}_1 + L\vec{i}_2) \wedge \dot{\theta} \vec{j}_1 = -\dot{\theta} (R\vec{i}_1 \wedge \vec{j}_1 + L\vec{i}_2 \wedge \vec{j}_1) = -\dot{\theta} (R\vec{k}_1 + L \cos \varphi \vec{k}_1)$.

Au final, $\overrightarrow{V(C, 2/0)} = L\dot{\phi} \vec{j}_2 - \dot{\theta} (R\vec{k}_1 + L \cos \varphi \vec{k}_1)$.

Question 3 Donner le torseur cinématique $\{\mathcal{V}(2/0)\}$ au point C .

$$\{\mathcal{V}(2/0)\} = \left\{ \begin{array}{l} \dot{\phi} \vec{k}_2 + \dot{\theta} \vec{j}_0 \\ L\dot{\phi} \vec{j}_2 - \dot{\theta} (R\vec{k}_1 + L \cos \varphi \vec{k}_1) \end{array} \right\}_C$$

Question 4 Déterminer $\overrightarrow{\Gamma(C, 2/0)}$.

$$\begin{aligned}\overrightarrow{\Gamma(C, 2/0)} &= \frac{d}{dt} \left[\overrightarrow{V(C, 2/0)} \right]_{\mathcal{R}_0} \\ &= \frac{d}{dt} \left[L\dot{\varphi} \vec{j}_2 - \dot{\theta} \left(R\vec{k}_1 + L \cos \varphi \vec{k}_1 \right) \right]_{\mathcal{R}_0}.\end{aligned}$$

Calculons :

$$\begin{aligned}\blacktriangleright \frac{d}{dt} \left[\vec{j}_2 \right]_{\mathcal{R}_0} &= \overrightarrow{\Omega(2/0)} \wedge \vec{j}_2 = (\dot{\theta} \vec{j}_1 + \dot{\theta} \vec{k}_1) \wedge \vec{j}_2 = \dot{\theta} \vec{j}_1 \wedge \vec{j}_2 + \dot{\theta} \vec{k}_1 \wedge \vec{j}_2 = \dot{\theta} \sin \varphi \vec{k}_1 - \dot{\theta} \vec{i}_2. \\ \blacktriangleright \frac{d}{dt} \left[\vec{k}_1 \right]_{\mathcal{R}_0} &= \dot{\theta} \vec{i}_1.\end{aligned}$$

$$\overrightarrow{\Gamma(C, 2/0)} = L\ddot{\varphi} \vec{j}_2 + L\dot{\varphi} (\dot{\theta} \sin \varphi \vec{k}_1 - \dot{\theta} \vec{i}_2) - \ddot{\theta} (R\vec{k}_1 + L \cos \varphi \vec{k}_1) - \dot{\theta} (R\dot{\theta} \vec{i}_1 + L \cos \varphi \dot{\theta} \vec{i}_1 - L\dot{\varphi} \sin \varphi \vec{k}_1)$$

03 STAT

Pas de corrigé pour cet exercice.

Mouvement RR 3D ★★

Question 1 Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.

Question 2 Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.

Question 3 Proposer une démarche permettant de déterminer le couple et l'effort que doivent développer chacun des actionneurs pour maintenir le mécanisme en équilibre.