

Etude des performances d'un simulateur 3 axes - Corrigé

Q.1. Mouvement de 1/0 : translation
circulaire $\rightarrow \vec{\Omega}_{1/0} = \vec{0}$.

Le champ des vitesses du mouvement de 1/0 permet d'écrire que $\vec{V}_{A,1/0} = \vec{V}_{I,1/0} = \vec{V}_{A_1,1/0}$ et

on a $\vec{V}_{A,1/0} = \frac{d}{dt} \vec{O_1 A_1} \Big|_0 = L \cdot \dot{\beta} \cdot \vec{z}_b$

Q.2. $\vec{V}_{A,tv/Cv}$ a une vitesse de 1 m.s^{-1} soit 5cm sur la figure.

Q.3. $\vec{V}_{A,1/0} = \vec{V}_{A,1/tv} + \vec{V}_{A,tv/Cv} + \vec{V}_{A,Cv/0}$



Direction connue



$\vec{V}_{A,1/tv} = \vec{0}$



Connu



Direction connue

car A centre de la liaison pivot 1/tv

Graphiquement on obtient :

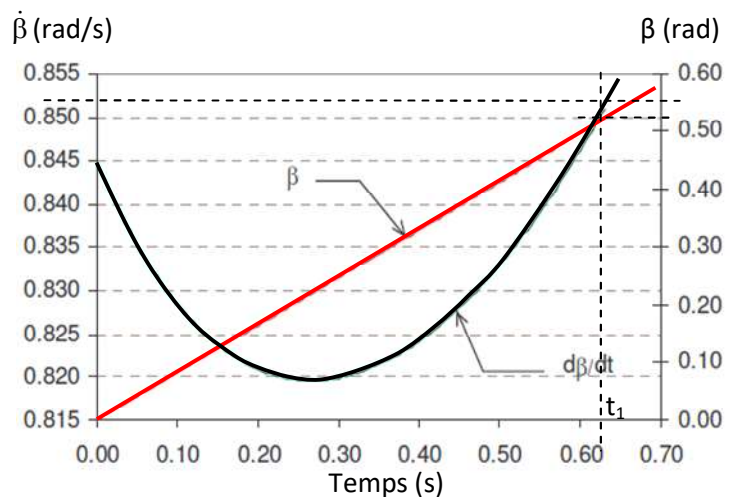
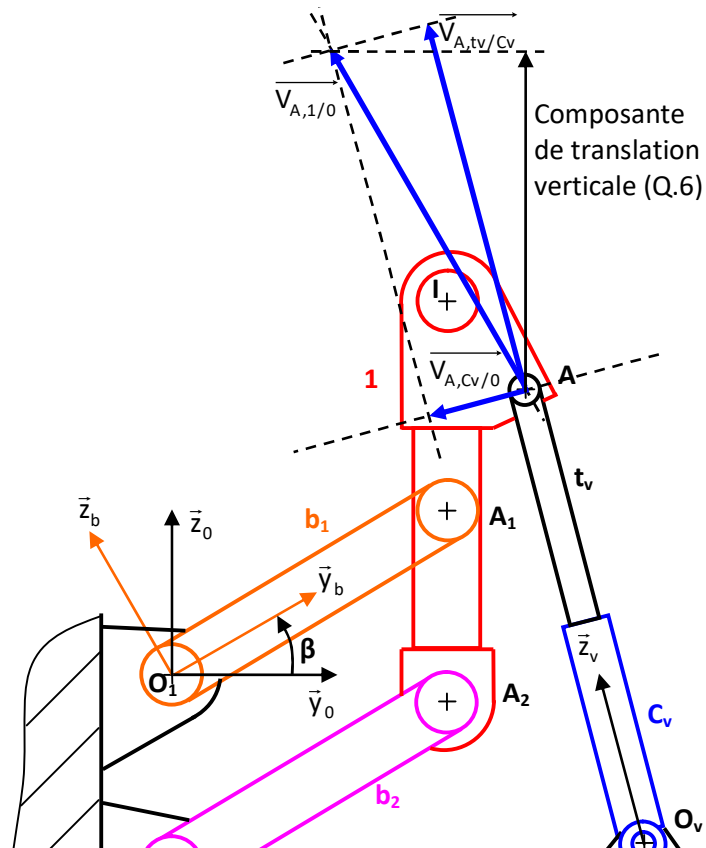
$\|\vec{V}_{A,1/0}\| = 1,04 \text{ m/s}$ (5,2 cm mesuré)

Q.4. $\vec{V}_{A,1/0} = L \cdot \dot{\beta} \cdot \vec{z}_b = \vec{V}_{A,1/0} \rightarrow \dot{\beta} = \frac{\|\vec{V}_{A,1/0}\|}{L} = \frac{1,04}{1,22} \rightarrow \dot{\beta} = 0,852 \text{ rad/s}$

Q.5. On a réalisé la construction graphique sur une figure présentant un angle $\beta = 30^\circ = 0,523 \text{ rad}$.

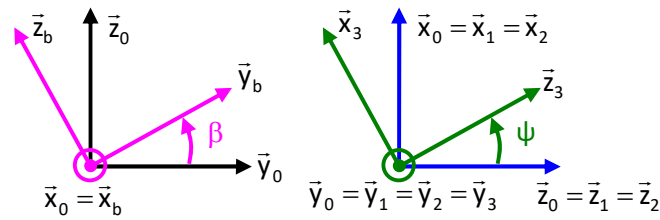
On obtient ainsi le temps $t = t_1$ sur le graphe pour $\beta = 0,523 \text{ rad}$.

Pour $t = t_1$, on lit graphiquement $\dot{\beta} = 0,852 \text{ rad/s}$ ce qui correspond à la valeur trouvée question précédente.



Q.5. Graphiquement on a $\vec{V}_{A,tv/Cv} \cdot \vec{z}_0$ qui correspond à 4,2 cm soit 0,9 m/s le cahier des charges est respecté.

On se limitera dans cette étude à un mouvement de nacelle combiné hauteur-roulis correspondant à la simulation d'une amorce de virage (tangage nul $\theta = 0$).



Q.7. $\overrightarrow{\Omega_{b/0}} = \dot{\beta} \cdot \vec{x}_0$; $\overrightarrow{\Omega_{1/0}} = \vec{0}$; $\overrightarrow{\Omega_{2/1}} = \vec{0}$ et $\overrightarrow{\Omega_{3/2}} = \dot{\psi} \cdot \vec{y}_2$.

Q.8. On connaît $\overrightarrow{V_{1,1/0}} = L \cdot \dot{\beta} \cdot \vec{z}_b$ de plus on a d'après la composition de mouvement : $\overrightarrow{V_{1,1/0}} = \overrightarrow{V_{1,1/2}} + \overrightarrow{V_{1,2/0}} = \overrightarrow{V_{1,2/0}}$ et $\overrightarrow{V_{1,2/0}} = \overrightarrow{V_{1,2/3}} + \overrightarrow{V_{1,3/0}} = \overrightarrow{V_{1,3/0}}$

Par le champ des vitesses on peut ensuite écrire $\overrightarrow{V_{G,3/0}} = \overrightarrow{V_{1,3/0}} + \vec{GI} \wedge \overrightarrow{\Omega_{3/0}}$

Avec $\vec{GI} \wedge \overrightarrow{\Omega_{3/0}} = (-Y \cdot \vec{y}_3 - Z \cdot \vec{z}_3) \wedge \dot{\psi} \cdot \vec{y}_3 = Z \cdot \dot{\psi} \cdot \vec{x}_3$ (Par rapport aux résultats des applications numériques questions suivantes, il est plus logique que ce soit une coordonnée suivant $\vec{z}_3$ que suivant $\vec{x}_3$ pour le vecteur position $\vec{GI}$) $\overrightarrow{V_{G,3/0}} = L \cdot \dot{\beta} \cdot \vec{z}_b + Z \cdot \dot{\psi} \cdot \vec{x}_3$

→ En projection dans la base 3 : $\overrightarrow{V_{G,3/0}} = \begin{vmatrix} Z \cdot \dot{\psi} - L \cdot \dot{\beta} \cdot \cos \beta \cdot \sin \psi \\ -L \cdot \dot{\beta} \cdot \sin \beta \\ +L \cdot \dot{\beta} \cdot \cos \beta \cdot \cos \psi \end{vmatrix}_3$

Q.9. En dérivant $\overrightarrow{V_{G,3/0}} = L \cdot \dot{\beta} \cdot \vec{z}_b + Z \cdot \dot{\psi} \cdot \vec{x}_3$ on obtient $\overrightarrow{\Gamma_{G,3/0}} = L \cdot \ddot{\beta} \cdot \vec{z}_b - L \cdot \dot{\beta}^2 \cdot \vec{y}_b + Z \cdot \ddot{\psi} \cdot \vec{x}_3 - Z \cdot \dot{\psi}^2 \cdot \vec{z}_3$

$\overrightarrow{\Gamma_{G,3/0}} = \begin{vmatrix} Z \cdot \ddot{\psi} - L \cdot \ddot{\beta} \cdot \cos \beta \cdot \sin \psi + L \cdot \dot{\beta}^2 \cdot \sin \beta \cdot \sin \psi \\ -L \cdot \ddot{\beta} \cdot \sin \beta - L \cdot \dot{\beta}^2 \cdot \cos \beta \\ +L \cdot \ddot{\beta} \cdot \cos \beta \cdot \cos \psi - Z \cdot \dot{\psi}^2 - L \cdot \dot{\beta}^2 \cdot \sin \beta \cdot \cos \psi \end{vmatrix}_3$

Q.10. A.N. : Pour $t = 0,3$ s, on a :

$\beta = 0 \text{ rad}$ $\dot{\beta} = 0 \text{ rad/s}$ $\ddot{\beta} = 0 \text{ rad/s}^2$ $\psi = 0,13 \text{ rad}$ $\dot{\psi} = 0,897 \text{ rad/s}$ $\ddot{\psi} = 0 \text{ rad/s}^2$

$\overrightarrow{V_{G,3/0}} = \begin{vmatrix} 1 \times -0,897 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix}_3$ $\overrightarrow{\Gamma_{G,3/0}} = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ -1 \times 0,897^2 = -0,804 \end{vmatrix}_3$ ce qui correspond aux valeurs du tableau

Pour $t = 0,6$ s, on a :

$\beta = 0,435 \text{ rad}$ $\dot{\beta} = 2,95 \text{ rad/s}$ $\ddot{\beta} = 10 \text{ rad/s}^2$ $\psi = 0 \text{ rad}$ $\dot{\psi} = 0 \text{ rad/s}$ $\ddot{\psi} = 0 \text{ rad/s}^2$

$\overrightarrow{V_{G,3/0}} = \begin{vmatrix} 0 \\ -1,22 \times 2,95 \times \sin 0,435 = -1,517 \\ 1,22 \times 2,95 \times \cos 0,435 = 3,264 \end{vmatrix}_3$ $\overrightarrow{\Gamma_{G,3/0}} = \begin{vmatrix} 0 \\ -1,22 \times 10 \cdot \sin 0,435 - 1,22 \times 2,95^2 \cdot \cos 0,435 = -14,769 \\ +1,22 \times 10 \times \cos 0,435 - 1,22 \times 2,95^2 \cdot \sin 0,435 = 6,589 \end{vmatrix}_3$

Ce qui correspond là aussi aux valeurs du tableau.

Poste automatisé de dépose de joint liquide - Corrigé

Q.1. Chaîne cinématique ouverte avec 6 DDL → robot 6 axes

$$\begin{aligned}\overrightarrow{O_0M} &= \overrightarrow{O_0O_1} + \overrightarrow{O_1O_2} + \overrightarrow{O_2O_3} + \overrightarrow{O_3O_4} + \overrightarrow{O_4O_5} + \overrightarrow{O_5M} \\ \rightarrow \overrightarrow{O_0M} &= a.\vec{x}_0 + b.\vec{z}_0 - f.\vec{y}_0 + c.\vec{z}_2 + d.\vec{x}_3 + f.\vec{y}_3 + e.\vec{x}_3 + h.\vec{y}_4 + g.\vec{x}_5 - h.\vec{y}_6 - l.\vec{z}_6 \\ \rightarrow \overrightarrow{O_0M} &= a.\vec{x}_0 + b.\vec{z}_0 - f.\vec{y}_0 + c.\vec{z}_2 + d.\vec{x}_3 + f.\vec{y}_0 + e.\vec{x}_3 + h.\vec{y}_0 + g.\vec{x}_5 - h.\vec{y}_0 - l.\vec{z}_3\end{aligned}$$

Avec :

$$\begin{aligned}\vec{z}_2 &= \cos\theta_{12}.\vec{z}_0 + \sin\theta_{12}.\vec{x}_0 \\ \vec{x}_3 &= -\sin(\theta_{12} + \theta_{23}).\vec{z}_0 + \cos(\theta_{12} + \theta_{23}).\vec{x}_0 \\ \vec{z}_3 &= \cos(\theta_{12} + \theta_{23}).\vec{z}_0 + \sin(\theta_{12} + \theta_{23}).\vec{x}_0\end{aligned}$$

$$\rightarrow \overrightarrow{O_0M} = \begin{pmatrix} a + c.\sin\theta_{12} + (d + e + g).\cos(\theta_{12} + \theta_{23}) - l.\sin(\theta_{12} + \theta_{23}) \\ 0 \\ b + c.\cos\theta_{12} - (d + e + g).\sin(\theta_{12} + \theta_{23}) - l.\cos(\theta_{12} + \theta_{23}) \end{pmatrix}$$

Pour $\theta_{12} = -\theta_{23}$:

$$\overrightarrow{O_0M} = \begin{pmatrix} a + c.\sin\theta_{12} + (d + e + g) \\ 0 \\ b + c.\cos\theta_{12} - l \end{pmatrix}$$

Q.2. $\overrightarrow{V_{B,2/1}} = \overrightarrow{V_{B/1}} = \frac{d}{dt} \overrightarrow{AB} \Big|_1 = \frac{d}{dt} l_2.\vec{x}_2 \Big|_1 = l_2.\dot{\theta}_{12}.\vec{y}_2 \rightarrow \boxed{\overrightarrow{V_{B,2/1}} = l_2.\dot{\theta}_{12}.\vec{y}_2}$

Q.3. ABEG parallélogramme → $\vec{x}_1$ reste horizontal → 5/1 mouvement de translation circulaire.

$$\overrightarrow{V_{B,2/1}} = \overrightarrow{V_{B,2/5}} + \overrightarrow{V_{B,5/1}} \text{ (composition de mouvement)}$$

et $\overrightarrow{V_{B,2/5}} = \vec{0}$ car 2/5 est une liaison pivot parfaite.

$$\overrightarrow{V_{B,5/1}} = \overrightarrow{V_{C,5/1}} + \overrightarrow{BC} \wedge \overrightarrow{\Omega_{5/1}} \text{ (champ des vecteurs vitesse)}$$

et $\overrightarrow{\Omega_{5/1}} = \vec{0}$ puisque 5/1 mouvement de translation circulaire.

$$\overrightarrow{V_{C,5/1}} = \overrightarrow{V_{C,5/7}} + \overrightarrow{V_{C,7/1}} \text{ (composition de mouvement)}$$

et $\overrightarrow{V_{C,5/7}} = \vec{0}$ car 5/7 est une liaison pivot parfaite.

$$\rightarrow \boxed{\overrightarrow{V_{B,2/1}} = \overrightarrow{V_{C,7/1}} = l_2.\dot{\theta}_{12}.\vec{y}_2}$$

Q.4. $\overrightarrow{V_{D,7/1}} = \overrightarrow{V_{C,7/1}} + \overrightarrow{DC} \wedge \overrightarrow{\Omega_{7/1}}$ (champ des vecteurs vitesse)

$$\rightarrow \overrightarrow{V_{D,7/1}} = l_2.\dot{\theta}_{12}.\vec{y}_2 + (-l_7.\vec{x}_7 + h_7.\vec{y}_7) \wedge \dot{\theta}_{17}.\vec{y}_7$$

$$\rightarrow \boxed{\overrightarrow{V_{D,7/1}} = l_2.\dot{\theta}_{12}.\vec{y}_2 - l_7.\dot{\theta}_{17}.\vec{z}_7}$$

Q.5. $\overrightarrow{V_{p,8/1}} = \overrightarrow{V_{D,8/1}} + \overrightarrow{PD} \wedge \overrightarrow{\Omega_{8/1}}$ (champ des vecteurs vitesse)

où $\overrightarrow{V_{D,8/1}} = \overrightarrow{V_{D,8/7}} + \overrightarrow{V_{D,7/1}}$ (composition de mouvement) et $\overrightarrow{V_{D,8/7}} = \vec{0}$ car 8/7 est une liaison pivot parfaite.

$$\rightarrow \overrightarrow{V_{p,8/1}} = l_2 \cdot \dot{\theta}_{12} \cdot \vec{y}_2 - l_7 \cdot \dot{\theta}_{17} \cdot \vec{z}_7 + l_8 \cdot \vec{y}_7 \wedge (\dot{\theta}_{78} + \dot{\theta}_{17}) \vec{y}_7$$

$$\rightarrow \boxed{\overrightarrow{V_{p,8/1}} = l_2 \cdot \dot{\theta}_{12} \cdot \vec{y}_2 - l_7 \cdot \dot{\theta}_{17} \cdot \vec{z}_7}$$

Q.6. $\overrightarrow{V_{p,8/0}} = \overrightarrow{V_{p,8/1}} + \overrightarrow{V_{p,1/0}}$ (composition de mouvement)

où $\overrightarrow{V_{p,1/0}} = \overrightarrow{V_{A,1/0}} + \overrightarrow{PA} \wedge \overrightarrow{\Omega_{1/0}}$ (champ des vecteurs vitesse) et $\overrightarrow{V_{A,1/0}} = \vec{0}$ car 1/0 est une liaison pivot parfaite.

$$\rightarrow \boxed{\overrightarrow{V_{p,8/0}} = \overrightarrow{V_{p,8/1}} + \overrightarrow{PA} \wedge \overrightarrow{\Omega_{1/0}}}$$

Q.7. $\overrightarrow{PA} \wedge \overrightarrow{\Omega_{1/0}} = (\overrightarrow{PD} + \overrightarrow{DC} + \overrightarrow{CB} + \overrightarrow{BA}) \wedge \overrightarrow{\Omega_{1/0}}$

$$\overrightarrow{PA} \wedge \overrightarrow{\Omega_{1/0}} = (l_8 \cdot \vec{y}_7 - l_7 \cdot \vec{x}_7 + h_7 \cdot \vec{y}_7 - l_5 \cdot \vec{x}_1 - l_2 \cdot \vec{x}_2) \wedge \dot{\theta}_{01} \cdot \vec{y}_7 = -l_7 \cdot \vec{x}_7 \wedge \dot{\theta}_{01} \cdot \vec{y}_7 - l_5 \cdot \vec{x}_1 \wedge \dot{\theta}_{01} \cdot \vec{y}_1 - l_2 \cdot \vec{x}_2 \wedge \dot{\theta}_{01} \cdot \vec{y}_1$$

$$(\vec{y}_7 = \vec{y}_1)$$

$$\overrightarrow{PA} \wedge \overrightarrow{\Omega_{1/0}} = -l_7 \cdot \dot{\theta}_{01} \cdot \vec{z}_7 - l_5 \cdot \dot{\theta}_{01} \cdot \vec{z}_1 - l_2 \cdot \dot{\theta}_{01} \cdot \cos \theta_{12} \cdot \vec{z}_1$$

$$\rightarrow \overrightarrow{V_{p,8/0}} = l_2 \cdot \dot{\theta}_{12} \cdot \vec{y}_2 - l_7 \cdot \dot{\theta}_{17} \cdot \vec{z}_7 - l_7 \cdot \dot{\theta}_{01} \cdot \vec{z}_7 - l_5 \cdot \dot{\theta}_{01} \cdot \vec{z}_1 - l_2 \cdot \dot{\theta}_{01} \cdot \cos \theta_{12} \cdot \vec{z}_1$$

$$\rightarrow \boxed{\overrightarrow{V_{p,8/0}} = l_2 \cdot \dot{\theta}_{12} \cdot \vec{y}_2 - l_7 \cdot (\dot{\theta}_{01} + \dot{\theta}_{17}) \vec{z}_7 - (l_5 + l_2 \cdot \cos \theta_{12}) \cdot \dot{\theta}_{01} \cdot \vec{z}_1}$$

Q.8.

$$\boxed{\begin{aligned} \overrightarrow{\Gamma_{p,8/0}} = & l_2 \cdot \ddot{\theta}_{12} \cdot \vec{y}_2 + l_2 \cdot \dot{\theta}_{12} \cdot \left. \frac{d}{dt} \vec{y}_2 \right|_0 - l_7 \cdot (\ddot{\theta}_{01} + \ddot{\theta}_{17}) \cdot \vec{z}_7 - l_7 \cdot (\dot{\theta}_{01} + \dot{\theta}_{17}) \cdot \left. \frac{d}{dt} \vec{z}_7 \right|_0 - (l_5 + l_2 \cdot \cos \theta_{12}) \cdot \ddot{\theta}_{01} \cdot \vec{z}_1 + l_2 \cdot \dot{\theta}_{12} \cdot \sin \theta_{12} \cdot \dot{\theta}_{01} \cdot \vec{z}_1 \\ & - (l_5 + l_2 \cdot \cos \theta_{12}) \cdot \dot{\theta}_{01} \cdot \left. \frac{d}{dt} \vec{z}_1 \right|_0 \end{aligned}}$$

$$\text{Avec : } \left. \frac{d}{dt} \vec{y}_2 \right|_0 = \left. \frac{d}{dt} \vec{y}_2 \right|_2 + \overrightarrow{\Omega_{20}} \wedge \vec{y}_2 = (\dot{\theta}_{01} \cdot \vec{y}_1 + \dot{\theta}_{12} \cdot \vec{z}_2) \wedge \vec{y}_2 = \dot{\theta}_{01} \cdot \sin \theta_{12} \cdot \vec{z}_2 - \dot{\theta}_{12} \cdot \vec{x}_2$$

$$\left. \frac{d}{dt} \vec{z}_7 \right|_0 = \left. \frac{d}{dt} \vec{z}_7 \right|_7 + \overrightarrow{\Omega_{70}} \wedge \vec{z}_7 = (\dot{\theta}_{01} + \dot{\theta}_{17}) \cdot \vec{y}_7 \wedge \vec{z}_7 = (\dot{\theta}_{01} + \dot{\theta}_{17}) \cdot \vec{x}_7$$

$$\left. \frac{d}{dt} \vec{z}_1 \right|_0 = \dot{\theta}_{01} \cdot \vec{x}_1$$