Véhicule intelligent RobuCar

1. Etant donné l'hypothèse de roulement sans glissement :

$$V_{max} = R \times \omega_{rmax} = R \times \frac{N_{max}}{N} \times \frac{2\pi}{60}$$

Application numérique :

$$V_{max} = 5{,}16\ \mathrm{m\cdot s^{-1}} = 18{,}6\ \mathrm{km\cdot h^{-1}}$$

La vitesse à atteindre étant de $15\ \mathrm{km\cdot h^{-1}}$, la performance attendue est bien vérifiée

2.

$$\overrightarrow{V(O_1 \in S/0)} = \overrightarrow{V(C \in S/0)} + \overrightarrow{O_1C} \wedge \overrightarrow{\Omega\, S/0}$$
$$= \vec{0} + \left(-a\cdot\vec{x} + \left(\rho - \frac{d}{2}\right)\cdot\vec{y}\right) \wedge \dot{\psi}\cdot\overrightarrow{z_0}$$
$$= a\dot{\psi}\cdot\vec{y} + \left(\rho - \frac{d}{2}\right)\dot{\psi}\cdot\vec{x}$$

De même :

$$\overrightarrow{V(O_2 \in S/0)} = a\dot{\psi}\cdot\vec{y} + \left(\rho + \frac{d}{2}\right)\dot{\psi}\cdot\vec{x}$$

3.

$$\overrightarrow{V(O_1 \in Roue_1/0)} = \overrightarrow{V(J_1 \in Roue_1/0)} + \overrightarrow{O_1J_1} \wedge \overrightarrow{\Omega\, Roue_1/0}$$

$$\overrightarrow{\Omega\, Roue_1/0} = \overrightarrow{\Omega\, Roue_1/axe\ roue\ 1}$$

D'où :

$$\overrightarrow{V(O_1 \in Roue_1/0)} = \vec{0} + \left(-R\cdot\overrightarrow{z_0} \wedge \dot{\theta}_1\cdot\overrightarrow{y_1}\right)$$
$$= R\dot{\theta}_1\cdot\overrightarrow{x_1}$$

De même :

$$\overrightarrow{V(O_2 \in Roue_2/0)} = R\dot{\theta}_2\cdot\overrightarrow{x_1}$$

4.

$$\overrightarrow{V(O_1 \in Roue_1/0)} = \overrightarrow{V(O_1 \in Roue_1/S)} + \overrightarrow{V(O_1 \in S/0)}$$
$$R\dot{\theta}_1\cdot\overrightarrow{x_1} = \vec{0} + a\dot{\psi}\cdot\vec{y} + \left(\rho - \frac{d}{2}\right)\dot{\psi}\cdot\vec{x}$$

En projetant suivant $\vec{x}$ et $\vec{y}$:

$$R\dot{\theta}_1 \cos\delta_1 = \left(\rho - \frac{d}{2}\right)\dot{\psi}$$
$$R\dot{\theta}_1 \sin\delta_1 = a\dot{\psi}$$

5. $R\dot{\theta}_2 \cos\delta_2 = \left(\rho + \frac{d}{2}\right)\dot{\psi}$ $\qquad$ $R\dot{\theta}_2 \sin\delta_2 = a\dot{\psi}$

6. On en déduit :

$$\tan\delta_1 = \frac{a}{\rho - \frac{d}{2}}$$
$$\tan\delta_2 = \frac{a}{\rho + \frac{d}{2}}$$

Application numérique :

$$\tan\delta_1 = 0{,}148 \Rightarrow \delta_1 = 8{,}4°$$
$$\tan\delta_2 = 0{,}116 \Longrightarrow \delta_2 = 6{,}6°$$

7. $\dot{\theta}_2 = \left(\rho + \frac{d}{2}\right)\cdot\frac{\dot{\psi}}{R}$ $\qquad$ $\dot{\theta}_1 = \left(\rho - \frac{d}{2}\right)\cdot\frac{\dot{\psi}}{R}$

8. $A = \dot{\psi}_c = \frac{V}{\rho}$ $\qquad$ $B = \ddot{\psi}_0\cdot\frac{(t_1 - t_0)^2}{2} + \dot{\psi}_c\cdot(t - t_1)$ $\qquad$ $C = \dot{\psi}_c - \ddot{\psi}_0\cdot(t - t_2)$

On obtient D en intégrant C :

$$D = \dot{\psi}_c\cdot t - \ddot{\psi}_0\cdot\frac{(t - t_2)^2}{2} + Cte$$

Il faut calculer la constante :

$$D(t = t_2) = \dot{\psi}_c\cdot t_2 + Cte = B(t = t_2) = \ddot{\psi}_0\cdot\frac{(t_1 - t_0)^2}{2} + \dot{\psi}_c\cdot(t_2 - t_1)$$

D'où :

$$Cte = \ddot{\psi}_0 \cdot \frac{(t_1 - t_0)^2}{2} - \dot{\psi}_c \cdot t_1$$

$$D = \dot{\psi}_c \cdot (t - t_1) + \ddot{\psi}_0 \cdot \left(\frac{(t_1 - t_0)^2}{2} - \frac{(t - t_2)^2}{2} \right)$$

9.

$$\begin{aligned} \psi_{TOT} &= D(t = t_3) = \dot{\psi}_c \cdot (t_3 - t_1) \\ &= \dot{\psi}_c \cdot (t_3 - t_2 + t_2 - t_1) \\ &= \dot{\psi}_c \cdot (t_2 - t_1) + \dot{\psi}_c \cdot (t_3 - t_2) \\ &= \dot{\psi}_c \cdot (t_2 - t_1) + \frac{\dot{\psi}_c^2}{\ddot{\psi}_0} \end{aligned}$$

10.

$$t_2 - t_1 = \psi_{TOT} - \frac{V^2}{\rho^2} \cdot \frac{1}{\ddot{\psi}_0}$$

Application numérique :

$$t_2 - t_1 = 1{,}38 \text{ s}$$

11.

$$\begin{aligned} t_3 - t_0 &= 2 \times (t_1 - t_0) + t_2 - t_1 \\ &= 2 \times \frac{V}{\rho} + t_2 - t_1 \end{aligned}$$

Application numérique :

$$t_3 - t_0 = 2{,}25 \text{ s}$$

12.

$$t_1 = \frac{V}{\rho} \cdot \frac{1}{\ddot{\psi}_0}$$

Application numérique :

$$t_1 = 0{,}43 \text{ s}$$

$$t_2 = t_2 - t_1 + t_1$$

Application numérique :

$$t_2 = 1{,}82 \text{ s}$$

$$t_3 = 2{,}25 \text{ s}$$

$$\psi(t_1) = \ddot{\psi}_0 \cdot \frac{(t_1 - t_0)^2}{2}$$

Application numérique :

$$\psi(t_1) = 0{,}094 \text{ rd} = 5{,}4\ °$$

$$\begin{aligned} \psi(t_2) &= \psi(t_1) + \dot{\psi}_c \cdot (t_2 - t_1) \\ &= \psi(t_1) + \frac{V}{\rho} \cdot (t_2 - t_1) \end{aligned}$$

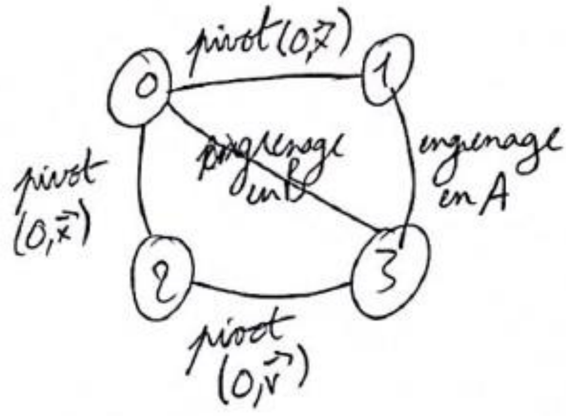
Application numérique :

$$\psi(t_2) = 0{,}69 \text{ rd} = 39{,}7°$$

$t_3 < 3s$, le cahier des charges est bien validé.

Réducteur pour hélice d'avion

1.



2. $\{V^{1/0}\} = \left\{ \begin{matrix} \vec{\Omega}^{1/0} = \omega_{10}\vec{x} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_O$

$\{V^{2/0}\} = \left\{ \begin{matrix} \vec{\Omega}^{2/0} = \omega_{20}\vec{x} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_O$

$\{V^{3/2}\} = \left\{ \begin{matrix} \vec{\Omega}^{3/2} = \omega_{32}\vec{v} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_{O \text{ ou } C}$

$\{V^{3/1}\} = \left\{ \begin{matrix} \vec{\Omega}^{3/1} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_A$

$\{V^{3/2}\} = \left\{ \begin{matrix} \vec{\Omega}^{3/2} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_B$

3. en traduisant 2 fermetures cinématiques :

par exemple

$\{V^{3/1}\}_A + \{V^{1/0}\}_A + \{V^{0/2}\}_A + \{V^{2/3}\}_A = \{0\}$

$\{V^{3/2}\}_B + \{V^{2/0}\}_B + \{V^{0/3}\}_B = \{0\}$

4. Ainsi on a :

$\vec{V}(A,3/1) + \vec{V}(A,1/0) + \vec{V}(A,0/2) + \vec{V}(A,2/3) = \vec{0}$ } changements de points

$\vec{0} + \frac{m.Z_1}{2}\omega_{10}\vec{z} + m\frac{Z_1}{2}\omega_{02}\vec{z} + \frac{mZ_3}{2}\omega_{32}\vec{z} = \vec{0}$

car $\vec{V}(A,3/2) = \vec{V}(C,3/2) + \vec{AC} \wedge \vec{\Omega}^{3/2} = \frac{\vec{AB}}{2} \wedge \vec{\Omega}^{3/2} = -\frac{m.Z_3}{2}\vec{u} \wedge \omega_{32}\vec{v}$

$(\omega_{20} = -\omega_{02})$ $\qquad = -\frac{mZ_3}{2}\omega_{32}\vec{z}$

$\Rightarrow \boxed{Z_1\omega_{10} - Z_1\omega_{20} + Z_3\omega_{32} = 0}$ ①

et

$\vec{V}(B,3/2) + \vec{V}(B,2/0) + \vec{V}(B,0/3) = \vec{0}$

$\frac{mZ_3}{2}\omega_{32}\vec{z} + \frac{mZ_0}{2}\omega_{20}\vec{z} + \vec{0} = \vec{0} \Rightarrow Z_3\omega_{32} + Z_0\omega_{20} = 0$ ②

① et ② $\Rightarrow Z_1\omega_{10} - Z_1\omega_{20} - Z_0\omega_{20} = 0 \Rightarrow \boxed{\frac{\omega_{20}}{\omega_{10}} = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_0}}$

5. $\boxed{\frac{\omega_{32}}{\omega_{10}} = \frac{\omega_{32}}{\omega_{20}}\frac{\omega_{20}}{\omega_{10}} = -\frac{Z_0}{Z_3} \cdot \frac{Z_1}{Z_1 + Z_0}}$ d'après ②

6. $\boxed{\vec{\Omega}^{3/0} = \vec{\Omega}^{3/2} + \vec{\Omega}^{2/0} = \frac{Z_1.\omega_{10}}{Z_1 + Z_0}\left(-\frac{Z_0}{Z_3}\vec{v} + \vec{x}\right)}$

$\vec{\Omega}^{3/1} = \vec{\Omega}^{3/0} - \vec{\Omega}^{1/0}$

$\boxed{\vec{\Omega}^{3/1} = \vec{\Omega}^{3/0} - \omega_{10}\vec{x}}$