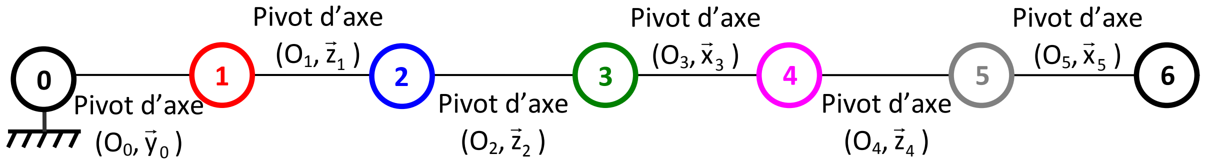
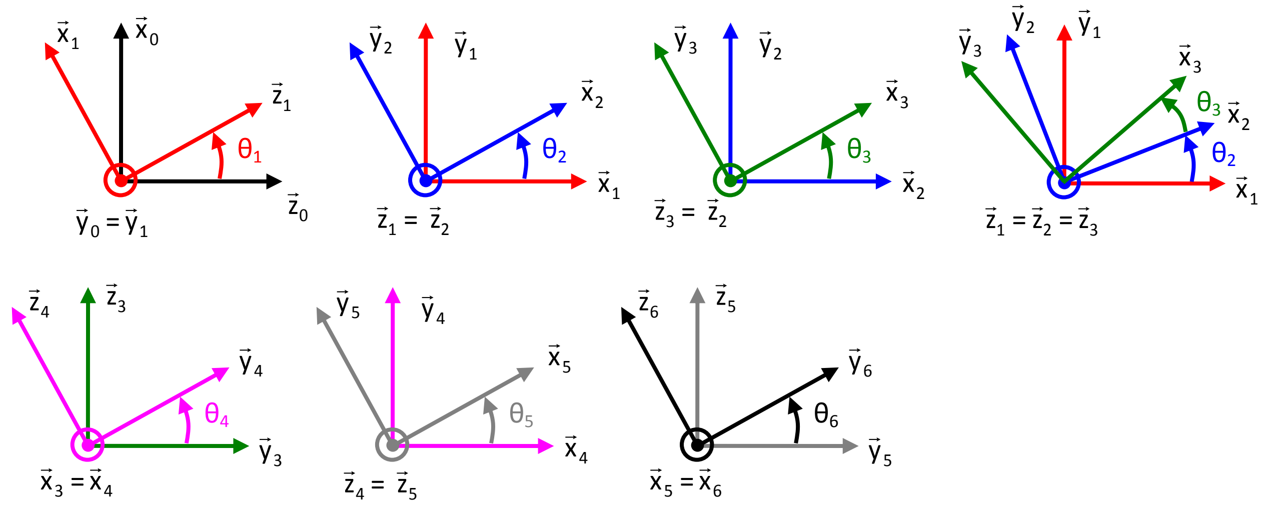
Etude des performances cinématiques du Robocoaster - Corrigé

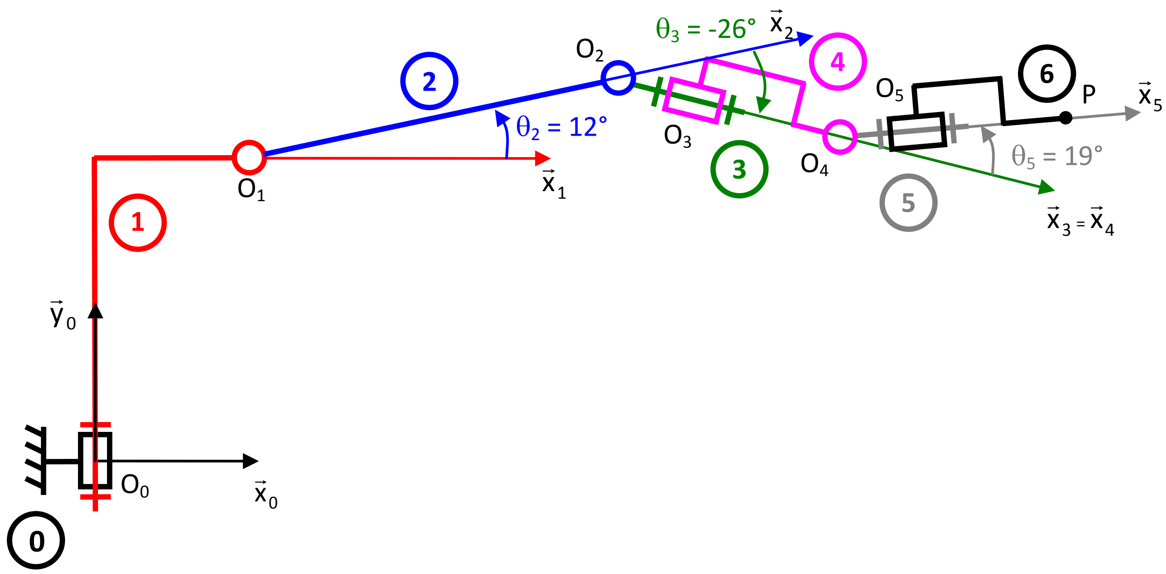
Q.1. Graphe des liaisons du bras articulé du robot :



Figures géométrales :



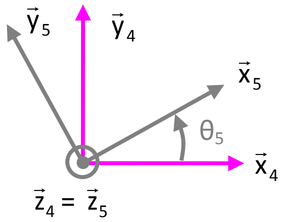
Q.2.



Sol

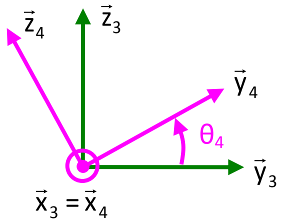
Q.3. $\overrightarrow{V_{P\in 6/5}} = \frac{d}{dt}\overrightarrow{O_4P}\Big|_5 = \frac{d}{dt}\overrightarrow{O_4O_5}+\overrightarrow{O_4P}\Big|_5 = \frac{d}{dt}a_5.\vec{x}_5 + a_6.\vec{x}_5\Big|_5 = \vec{0} \rightarrow \boxed{\overrightarrow{V_{P\in 6/5}} = \vec{0}}$

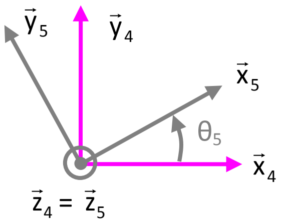
Q.4.



$$\overrightarrow{V_{P\in 6/4}} = \frac{d}{dt}\overrightarrow{O_4P}\Big|_4 = \frac{d}{dt}\overrightarrow{O_4O_5}+\overrightarrow{O_4P}\Big|_4 = \frac{d}{dt}a_5.\vec{x}_5 + a_6.\vec{x}_5\Big|_4 = (a_5+a_6).\dot{\theta}_5.\vec{y}_5 \rightarrow \boxed{\overrightarrow{V_{P\in 6/4}} = (a_5+a_6).\dot{\theta}_5.\vec{y}_5}$$

Q.5.



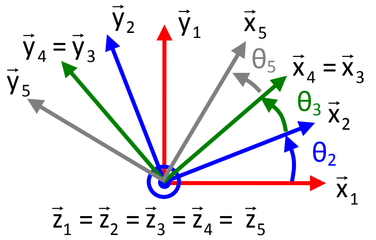


$$\overrightarrow{V_{P\in 6/3}} = \frac{d}{dt}\overrightarrow{O_3P}\Big|_3 = \frac{d}{dt}\overrightarrow{O_3O_4}+\overrightarrow{O_4O_5}+\overrightarrow{O_4P}\Big|_3 = \frac{d}{dt}a_4.\vec{x}_3 + a_5.\vec{x}_5 + a_6.\vec{x}_5\Big|_3 = (a_5+a_6).\frac{d}{dt}\vec{x}_5\Big|_3$$

$$\frac{d}{dt}\vec{x}_5\Big|_3 = \frac{d}{dt}\vec{x}_5\Big|_5 + \overrightarrow{\Omega_{5/3}} \wedge \vec{x}_5 = (\dot{\theta}_5.\vec{z}_5 + \dot{\theta}_4.\vec{x}_4)\wedge\vec{x}_5 = \dot{\theta}_5.\vec{y}_5 + \dot{\theta}_4.\sin\theta_5.\vec{z}_4$$

$$\boxed{\overrightarrow{V_{P\in 6/3}} = (a_5+a_6).\dot{\theta}_5.\vec{y}_5 + (a_5+a_6).\dot{\theta}_4.\sin\theta_5.\vec{z}_4}$$

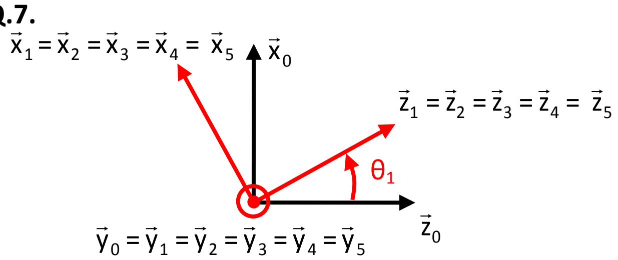
Q.6. Avec $\theta_4 = \dot{\theta}_4 = 0$, on obtient :



$$\overrightarrow{V_{P\in 6/1}} = \frac{d}{dt}\overrightarrow{O_1P}\Big|_1 = \frac{d}{dt}\overrightarrow{O_1O_2}+\overrightarrow{O_2O_3}+\overrightarrow{O_3O_4}+\overrightarrow{O_4O_5}+\overrightarrow{O_4P}\Big|_1 = \frac{d}{dt}a_2.\vec{x}_2 + a_3.\vec{x}_3 + a_4.\vec{x}_3 + a_5.\vec{x}_5 + a_6.\vec{x}_5\Big|_1$$

$$\boxed{\overrightarrow{V_{P\in 6/1}} = a_2.\dot{\theta}_2.\vec{y}_2 + (a_3+a_4).(\dot{\theta}_2+\dot{\theta}_3).\vec{y}_3 + (a_5+a_6).(\dot{\theta}_2+\dot{\theta}_3+\dot{\theta}_5).\vec{y}_5}$$

Q.7.



$$\overrightarrow{V_{P\in 6/0}} = \frac{d}{dt}\overrightarrow{O_0P}\Big|_0 = \frac{d}{dt}\overrightarrow{O_0O_1}+\overrightarrow{O_1O_2}+\overrightarrow{O_2O_3}+\overrightarrow{O_3O_4}+\overrightarrow{O_4O_5}+\overrightarrow{O_4P}\Big|_0 = \frac{d}{dt}a_1.\vec{x}_1 + b_1.\vec{y}_1 + a_2.\vec{x}_2 + a_3.\vec{x}_3 + a_4.\vec{x}_3 + a_5.\vec{x}_5 + a_6.\vec{x}_5\Big|_0$$

$$\overrightarrow{V_{P\in 6/0}} = \frac{d}{dt}a_1.\vec{x}_1 + b_1.\vec{y}_0 + a_2.\vec{x}_1 + a_3.\vec{x}_1 + a_4.\vec{x}_1 + a_5.\vec{x}_1 + a_6.\vec{x}_1\Big|_0$$

D'où : $\boxed{\overrightarrow{V_{P\in 6/0}} = -\left[a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6\right]\dot{\theta}_1.\vec{z}_1}$

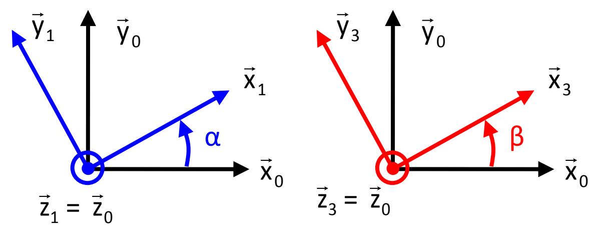
Q.8. Pour $\theta_i = \dot{\theta}_i = 0$ avec i = 2 à 6, on a donc $\overrightarrow{V_{P\in 6/0}} = -\left[a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6\right]\dot{\theta}_1.\vec{z}_1$

→ $\left\|\overrightarrow{V_{P\in 6/0}}\right\| = \sqrt{\overrightarrow{V_{P\in 6/0}}.\overrightarrow{V_{P\in 6/0}}} = \left[a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6\right]\dot{\theta}_1$

→ $\left\|\overrightarrow{V_{P\in 6/0}}\right\| = \left[0{,}5 + 1{,}25 + 0{,}25 + 0{,}5 + 0{,}25 + 0{,}25\right]\dot{\theta}_1 = 3$ m/s < 10 m/s → C.d.C.F. ok.

Petites remarques techniques : on pourrait dire « 3m/s ! c'est nul comme attraction » mais sur cette attraction ce n'est pas pour ce critère que le robot est sollicité mais plutôt pour sa capacité à utiliser des variations d'accélération importantes tout en utilisant ses 6 axes pour effectuer de nombreux changements d'axes de rotation. Il faudrait plutôt vérifier que les accélérations subies par les passagers soient inférieures à la législation. Enfin l'axe 1 est limité en amplitude, il ne pas peut effectuer plus d'un tour, en gros si voulez faire du carrousel mauvaise pioche ^^

Q.9. Figures géométrales :



Fermeture géométrique : $\boxed{\overrightarrow{CC} = \overrightarrow{CA} + \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} = \lambda(t).\vec{y}_1 - L.\vec{y}_3 - H.\vec{y}_0 = \vec{0}}$

En projection dans 0 : $\boxed{\begin{cases} -\lambda(t).\sin\alpha + L.\sin\beta = 0 \\ \lambda(t).\cos\alpha - L.\cos\beta - H = 0 \end{cases}}$

Q.10. Déterminer la loi entrée sortie du système de la forme λ(t) = f(β).

$$\begin{cases} -\lambda(t).\sin\alpha + L.\sin\beta = 0 \\ \lambda(t).\cos\alpha - L.\cos\beta - H = 0 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} \lambda(t).\sin\alpha = L.\sin\beta \\ \lambda(t).\cos\alpha = L.\cos\beta + H \end{cases} \rightarrow \boxed{\lambda^2(t) = L^2.\sin^2\beta + (L.\cos\beta + H)^2}$$

Q.11. Longueur initiale : $\lambda(\beta_i) = \sqrt{0{,}2^2.\sin^2(-150) + (0{,}2.\cos(-150) + 0{,}8)^2} = 0{,}634$ m

Longueur finale : $\lambda(\beta_f) = \sqrt{0{,}2^2.\sin^2(-40) + (0{,}2.\cos(-40) + 0{,}8)^2} = 0{,}962$ m

$\boxed{\Delta\lambda = 0{,}962 - 0{,}634 = 0{,}328 \text{ m} < 0{,}4 \text{ m} \rightarrow \text{C.d.C.F. ok.}}$