

Seules sont admises les notes de cours et de TD ainsi qu'une calculatrice scientifique.
Répondez de façon ciblée, complètement mais sans bavardages : montrez que vous avez compris.

Compréhension du cours - 10 points

1. De la panoplie d'actionneurs disponibles, donnez la relation qui permet d'extraire ceux qui, dans une position donnée, pourraient convenir pour un système mécanique donné. (2 points)
2. L'ensemble « actionneur + son électronique » n'est pas parfait. Que faut-il vérifier pour vraiment pouvoir considérer un actionneur comme adéquat à l'usage que l'on veut en faire ? (2 points)
3. Le positionnement des capteurs et des actionneurs est conditionné d'abord par leur efficacité. Un autre critère concerne la stabilité. Comment le positionnement des capteurs et actionneurs peut-il contribuer à la stabilité ? (2 points)
4. La variabilité des paramètres du système mécanique peut conduire à des instabilités. Comment calculer la probabilité d'occurrence de ces instabilités. (4 points)

Exercice – 10 points

Soit un véhicule indéformable de masse M et de moment d'inertie I autour de son centre de gravité G .

Le véhicule est à l'arrêt et on ne considère que son mouvement dans le plan vertical. Sa liaison avec la route est représentée par les raideurs k_1 et k_2 et les amortissements visqueux c_1 et c_2 comme indiqué sur le dessin. On s'intéresse au comportement dynamique du véhicule sans considérer l'effet de la pesanteur.

Les équations permettant de trouver les caractéristiques propre sont données :

$$\begin{bmatrix} M & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{X}_G \\ \ddot{\theta}_G \end{bmatrix} + k \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & a b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_G \\ \theta_G \end{bmatrix} = 0$$

où k est une variable intermédiaire, telle que $\frac{k_1}{b} = \frac{k_2}{a} = \frac{k}{L}$

On a directement les 2 valeurs propres :

$$\omega_{\text{pompage}}^2 = \frac{k}{M} \quad \omega_{\text{tangage}}^2 = \frac{a b k}{I}$$

Les vecteurs propres **normés** valent respectivement :

$$\varphi_{\text{pompage}} = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} / \sqrt{M} \quad \varphi_{\text{tangage}} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} / \sqrt{I}$$

Le moteur produit des sollicitations aléatoires modélisées par une excitation de bruit blanc au niveau supérieur de l'essieu avant.

Écrivez l'équation du mouvement sous forme d'état suite à la décomposition modale et l'introduction d'un amortissement modal. Donnez le détail du vecteur d'état et la signification des variables d'état. Que signifient les termes de la matrice de covariance de l'état ?

Sachant que les capteurs mesurent directement les variables physiques, donc $z = \begin{bmatrix} X_G \\ \theta_G \end{bmatrix} + v$.

Exprimez ce que les capteurs mesurent en fonction des variables d'état (matrice M).

