

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.

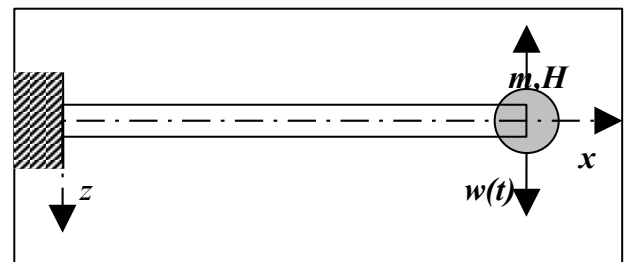
Partie A – Variabilité et Stabilité - 10 points

- Variabilité des performances d'un système mécanique en régime dynamique
Supposons un système mécanique dont les performances et le comportement dépendent d'un paramètre de conception donné ayant une dispersion gaussienne connue. Décrivez de façon comparative la variabilité d'un système passif et d'un système actif.
- Expliquez physiquement le mécanisme qui conduit à l'instabilité d'un système actif
- Ce mécanisme d'instabilité peut concerner le système nominal. Expliquez les deux méthodes qui permettent de retrouver la stabilité du système dans le cas d'une dynamique connue du système passif. Donnez en justifiant les avantages et inconvénients des deux méthodes.
- Expliquez la notion de robustesse en stabilité des systèmes mécaniques. Comment peut-on la garantir ?
- En quoi une représentation de caractéristique sous forme de coefficient d'influence dynamique est-elle utile pour un système mécatronique ?

Partie B – Positionnement des capteurs et actionneurs - 10 points

Description du problème

Soit le système ci-contre, composé d'une poutre encastrée à gauche qui ne peut fléchir que dans le plan vertical du dessin. La masse propre de la poutre est négligeable par rapport au moteur soudé à cette poutre à droite. Ce moteur est modélisé comme un corps solide de masse m et d'inertie H .



On suppose un amortissement modal ξ constant pour tous les modes.

Les trépidations du moteur sont assimilées à un bruit blanc agissant sur l'inertie H . L'objectif est de diminuer autant que possible la vibration verticale f du moteur.

Cet objectif est atteint à l'aide de 2 plaques piézoélectriques collées l'une sur toute la face supérieure et l'autre sur la face inférieure de la poutre. Grâce à une électronique sophistiquée, le dispositif permet à la fois de mesurer l'angle ϕ en bout de poutre et de produire un moment M en bout de poutre autour de l'axe perpendiculaire au dessin.

Questions

Sachant que le système a deux modes propres, on demande de fournir les perturbabilités, observabilités (de la sortie et du capteur), commandabilités et contributions modales pour le système mécanique initial. L'actionneur est-il adapté au système en ce qui concerne son efficacité et son positionnement ? Et le capteur ?

Données numériques du problème

Données du système mécanique

L	=	1	m	Longueur de la poutre
E	=	$7 \cdot 10^9$	N/m ²	Module de Young de la poutre
I	=	$6,51 \cdot 10^{-9}$	m ⁴	Inertie de la section droite de la poutre
m	=	10	kg	Masse en bout du solide en bout de poutre
H	=	0,002	kg*m ²	Inertie massique du solide en bout de poutre
ξ	=	0.01		Taux d'amortissement modal

Autres données

Excitations extérieures : $W = 10^3 \text{ (Nm)}^2/\text{sec}$

Capteur : donne un signal électrique de sensibilité : $0,5 \text{ V/deg}$, bruit : $V = 10^{-6} \text{ V}^2/\text{sec}$

Actionneur : est commandé par un signal électrique 2 Nm/V . On suppose un bruit négligeable.

$$u_{\max} = 48 \text{ V}$$

Indications - On donne :

° **l'expression mathématique des relations de base dans les axes cartésiens** (système sans amortissement)

$$\begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & H \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{f} \\ \ddot{\varphi} \end{bmatrix} + \left(\frac{l}{6EI} \begin{bmatrix} 2l^2 & 3l \\ 3l & 6 \end{bmatrix} \right)^{-1} \begin{bmatrix} f \\ \varphi \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} w + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} c_u u$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f \\ \varphi \end{bmatrix} ; \quad z = \begin{bmatrix} 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f \\ \varphi \end{bmatrix} + v$$

° **les pulsations propres et les modes propres correspondants :**

$$\omega_1 = 3,7 \text{ rad/sec} \quad \text{et} \quad \omega_2 = 301,9 \text{ rad/sec}$$

$$\Phi = \begin{bmatrix} 0,32 & 0,21 \\ 0,47 & -702 \end{bmatrix} \quad \text{déjà normés à 1 par rapport à la matrice de masse et rangés par colonnes}$$