

Formation : Master

Spécialité : MI

SERIE N03

Exercice 1 : Modélisation d'un disque rigide

Un disque de masse $m=12$ kg est monté sur un arbre supposé rigide. Il est supporté par un palier équivalent à un ressort de raideur $k=2 \times 10^5$ N/m.

1. Établir l'équation du mouvement.
2. Calculer la pulsation propre ω_n .
3. Déterminer la fréquence propre en Hz.
4. Discuter l'influence de la masse sur la fréquence.

Exercice 2 : Système masse–ressort–amortisseur (palier réel)

On considère un système avec :

- $m=10$ kg
 - $k=1.5 \times 10^5$ N/m
 - amortissement $c=800$ Ns/m
1. Écrire l'équation différentielle du mouvement.
 2. Calculer le coefficient d'amortissement critique.
 3. Déterminer le facteur d'amortissement ζ .
 4. Préciser le régime (sous-amorti, critique, sur-amorti).
 5. Calculer la fréquence amortie.

Exercice 3 : Arbre flexible (modèle de Jeffcott)

On modélise un rotor par le modèle de Jeffcott (disque + arbre flexible) :

- masse du disque $m=8$ kg
 - raideur de l'arbre $k=1 \times 10^5$ N/m
1. Établir l'équation du mouvement en rotation.
 2. Calculer la vitesse critique.
 3. Exprimer cette vitesse en tr/min.
 4. Expliquer le phénomène de résonance.

Exercice 4 : Effet du balourd

Un rotor présente un balourd caractérisé par :

- masse excentrée $m_e=0.05$ kg
 - excentricité $e=0.02$ m
 - vitesse de rotation $\omega=150$ rad/s
1. Calculer la force centrifuge due au balourd.
 2. Écrire l'équation du mouvement forcé.
 3. Déterminer l'amplitude de vibration (sans amortissement).
 4. Comment évolue cette amplitude à proximité de la vitesse critique ?

Exercice 5 : Réponse fréquentielle

On considère un rotor soumis à un balourd :

- $m=5$ kg
 - $k=2 \times 10^5$ N/m
 - $c=500$ Ns/m
1. Écrire la fonction de réponse en amplitude.
 2. Tracer (théoriquement) la courbe amplitude vs vitesse.
 3. Identifier la zone de résonance.
 4. Étudier l'effet de l'amortissement sur le pic de résonance.

Exercice 6 : Paliers hydrodynamiques (théorique)

1. Expliquer le rôle des paliers dans les vibrations.
2. Donner les sources d'excitation dans un palier.
3. Définir :
 - instabilité de type **oil whirl**
 - instabilité de type **oil whip**
4. Donner les conditions d'apparition de ces phénomènes.

Exercice 7 : Déséquilibre et diagnostic

Un rotor tourne à 3000 tr/min avec une vibration mesurée importante à cette fréquence.

1. Identifier le type probable de défaut.
2. Justifier pourquoi le balourd génère une vibration à $1 \times$ la vitesse de rotation.
3. Proposer une méthode d'équilibrage.
4. Donner les types d'équilibrage (statique / dynamique).

Exercice 8 : Passage de la vitesse critique

Un rotor accélère progressivement :

1. Décrire ce qui se passe au passage de la vitesse critique.
2. Pourquoi faut-il traverser rapidement cette zone ?
3. Quel est le rôle de l'amortissement ?
4. Donner des solutions techniques pour réduire les vibrations.