

SYSTEME A 1 DDL - MOUVEMENT FORCE - EXCITATIONS SINUSOIDALES

COURBES DE REPONSE EN FREQUENCE - EXPLICATIONS

REGIME TRANSITOIRE ET REGIME PERMANENT

Amortissement

Masse = 2.5, Raideur = 100.

Type = Force/masse, Forme = Sinusoïde, Amplitude = 200, Curseur graphe fréquence = 0.2.

Curseur graphe durée = 15 secondes.

Amortissement = 0 - Lancer l'animation - Arrêter l'animation entre 14 et 15 secondes.

Mise en mémoire.

Amortissement = 3 - Lancer l'animation - Arrêter l'animation entre 14 et 15 secondes.

Rappel mémoire.

Questions :

- De quelle forme est l'expression de la loi du mouvement forcé, d'un système non amorti, lorsqu'il est soumis à une excitation sinusoïdale ?

Réponse : Au vu du graphe obtenu, cette loi du mouvement apparaît comme la superposition de deux lois de variations sinusoïdales, d'amplitudes constantes et de périodes différentes.

- Qu'est-ce qui différencie les mouvements forcés d'un système soumis à une excitation sinusoïdale selon que ce système est amorti ou non amorti ?

Réponse : Lorsque le système est amorti, l'amplitude d'une des deux composantes sinusoïdales du mouvement forcé, devient décroissante. On distingue alors un régime transitoire, au cours duquel le mouvement est variable, et un régime permanent, atteint après un certain temps, lorsque seule subsiste la composante sinusoïdale dont l'amplitude est restée constante.

Fréquence d'excitation

Masse = 2.5, Raideur = 100, Amortissement = 3.

Type = Force/masse, Forme = Sinusoïde, Amplitude = 200, Curseur graphe durée = 15 secondes.

Curseur graphe fréquence = 0.2 - Lancer l'animation - Arrêter l'animation entre 14 et 15 secondes.

Mise en mémoire.

Curseur graphe fréquence = 0.3 - Lancer l'animation - Arrêter l'animation entre 14 et 15 secondes.

Rappel mémoire.

Questions :

- La période de la composante sinusoïdale du régime transitoire dont l'amplitude décroît au cours du temps, dépend-elle de la fréquence d'excitation ?

Réponse : Non.

(La loi du mouvement forcé dépend de la fréquence d'excitation, y compris en régime transitoire. Il en résulte que les valeurs du déplacement de la masse, à un instant donné, sont différentes selon la valeur de la fréquence d'excitation. La période des oscillations dont l'amplitude décroît ne change cependant pas avec la fréquence d'excitation.)

- A quelle période correspond la période de la composante sinusoïdale du régime permanent ?

Réponse : La période de cette composante du mouvement forcé est la période de l'excitation.

Caractéristiques physiques du système

Masse = 2.5, Amortissement = 3.

Type = Force/masse, Forme = Sinusoïde, Amplitude = 200, Curseur graphe durée = 5 secondes.

Raideur = 100 - Curseur graphe fréquence = 0.3.

Lancer l'animation - Arrêter l'animation entre 4 et 5 secondes.

Estimer la période de la composante sinusoïdale dont l'amplitude décroît.

Raideur = 400 - Curseur graphe fréquence = 0.3.

Lancer l'animation - Arrêter l'animation entre 4 et 5 secondes.

Estimer la période de la composante sinusoïdale dont l'amplitude décroît.

Questions :

- La période de la composante sinusoïdale du régime transitoire dont l'amplitude décroît au cours du temps, dépend-elle des caractéristiques physiques du système ?

Réponse : Oui.

(Pour une raideur égale à 100, cette période est égale à 0.5 s, alors que pour une raideur égale à 400, cette période est égale à 1 s. La période de la composante sinusoïdale dont l'amplitude décroît au cours du temps, est donc doublée, lorsque la raideur du ressort est multipliée par quatre.)

- A quoi correspond la période de la composante sinusoïdale du régime transitoire dont l'amplitude décroît au cours du temps ?

Réponse : La période de cette composante du mouvement forcé est la période propre du système.

AMPLITUDE ET FREQUENCE D'EXCITATION

Amplitude

Masse = 2.5, Raideur = 100, Amortissement = 3, Type = Force/masse, Forme = Sinusoïde.

Curseur graphe fréquence = 0.2, Curseur graphe durée = 15 secondes.

Amplitude = 160 - Lancer l'animation - Arrêter l'animation entre 14 et 15 secondes - Mise en mémoire.

Amplitude = 80 - Lancer l'animation - Arrêter l'animation entre 14 et 15 secondes - Rappel mémoire.

Question :

- Pour une même fréquence d'excitation, l'amplitude du mouvement en régime permanent est-elle proportionnelle à l'amplitude de la force d'excitation ?

Réponse : Oui.

(L'amplitude du mouvement de la masse est déterminée par un équilibre entre la force d'excitation et trois forces liées au mouvement du système. Les caractéristiques de ces forces sont les suivantes :

- La force d'inertie est proportionnelle à l'accélération de la masse.
- La force d'amortissement est proportionnelle à la vitesse de déplacement de la tige à l'intérieur du corps de l'amortisseur.
- La force exercée par le ressort est proportionnelle à la variation de la longueur de ce ressort.

Comme toutes ces forces sont proportionnelles à l'amplitude du mouvement, cette amplitude est elle-même proportionnelle à l'amplitude de la force d'excitation. On dit que **le système est linéaire**.

(Dans ce cas, on calcule un gain qui est le rapport des amplitudes du mouvement et de l'excitation.)

Fréquence d'excitation

Masse = 2.5, Raideur = 100, Amortissement = 3.

Type = Force/masse, Forme = Sinusoïde, Amplitude = 200, Curseur graphe durée = 5 secondes.

Curseur graphe fréquence = 0.2 - Lancer l'animation - Ne pas arrêter l'animation avant les 5 secondes.

Attendre de visualiser le régime permanent - Arrêter l'animation.

Estimer l'amplitude du mouvement en régime permanent.

Noter si la valeur du déplacement est maximale et positive aux instants où :

- la valeur maximale de la force est atteinte en positif,
- la valeur de la force passe par zéro,
- la valeur maximale de la force est atteinte en négatif.

Curseur graphe fréquence = 1 - Mêmes estimation et observation que ci-dessus.

Curseur graphe fréquence = 2 - Mêmes estimation et observation que ci-dessus.

Questions :

- Pour une même amplitude de la force d'excitation, l'amplitude du mouvement en régime permanent dépend-elle de la fréquence d'excitation ?

Réponse : Oui.

(C'est la raison pour laquelle on parle de la réponse en fréquence d'un système. La courbe de gain représente l'évolution en fonction de la fréquence d'excitation, du rapport entre l'amplitude du mouvement en régime permanent et l'amplitude de l'excitation. Cette courbe présente un maximum pour une fréquence proche de la fréquence propre du système, appelée fréquence de résonance.)

- Les valeurs maximales du déplacement et de la force sont-elles atteintes simultanément quelle que soit la fréquence d'excitation ?

Réponse : Non.

(C'est la raison pour laquelle la réponse en fréquence comporte aussi une courbe de déphasage.)

TYPE D'EXCITATION

Force/masse - Base mobile

Masse = 2.5, Raideur = 100, Amortissement = 3.

Forme = Sinusoïde, Curseur graphe fréquence = 0.2, Curseur graphe durée = 15 secondes.

Type = Force/masse, Amplitude = 200 - Lancer l'animation.

Arrêter l'animation entre 14 et 15 secondes - Mise en mémoire.

Type = Base mobile, Amplitude = 4 - Lancer l'animation.

Arrêter l'animation entre 14 et 15 secondes - Rappel mémoire.

Question :

- Qu'est-ce qui différencie le mouvement de la masse généré par un mouvement imposé à la base de l'ensemble ressort + amortisseur, du mouvement de la masse directement soumise à une force ?

Réponse : Il suffirait de prendre : Amplitude = 2, dans le cas : Type = Base mobile, pour retrouver le même mouvement de la masse du système que dans le cas : Type = Force/masse, Amplitude = 200. (Considérons un système masse + ressort et un mouvement de la masse, identique dans le cas d'une force d'excitation exercée sur la masse et dans le cas d'un mouvement imposé à la base du système. Pour une position identique de la masse, la position de la base du système est différente d'un cas à l'autre. Il en résulte que les forces que le ressort exerce sur la masse sont différentes. Si la différence de ces forces équivaut à la force d'excitation exercée sur la masse, dans un cas mais pas dans l'autre, alors la masse sera dans les deux cas soumise à une même force totale. On peut ainsi obtenir un même mouvement de la masse du système, soit en exerçant une force d'excitation sur la masse, soit en imposant à la base du système, un mouvement suivant la même loi que la force d'excitation.)

Réponse en fréquence

Masse = 2.5, Raideur = 100, Amortissement = 3.

Type = Base mobile, Forme = Sinusoïde, Amplitude = 10, Curseur graphe durée = 5 secondes.

Curseur graphe fréquence = 0.2 - Lancer l'animation - Ne pas arrêter l'animation avant les 5 secondes.

Attendre de visualiser le régime permanent - Arrêter l'animation.

Estimer l'amplitude du mouvement en régime permanent.

Noter si la valeur du déplacement de la masse est maximale et positive aux instants où :

- la valeur maximale du déplacement de la base est atteinte en positif,
- la valeur du déplacement de la base passe par zéro,
- la valeur maximale du déplacement de la base est atteinte en négatif.

Curseur graphe fréquence = 1 - Mêmes estimation et observation que ci-dessus.

Curseur graphe fréquence = 2 - Mêmes estimation et observation que ci-dessus.

Question :

- En quoi la réponse en fréquence obtenue dans le cas où l'on impose un mouvement à la base de l'ensemble ressort + amortisseur diffère-t-elle de la réponse en fréquence obtenue dans le cas où l'on exerce une force sur la masse du système ?

Réponse : Les lois de variations du gain et du déphasage en fonction de la fréquence ne dépendent pas du type d'excitation. (La différence est que l'on divise l'amplitude du déplacement de la masse, dans un cas, par l'amplitude de la force exercée sur la masse, et dans l'autre cas, par l'amplitude du mouvement de la base du système. Les définitions, valeurs et unités des gains sont donc différentes.)
