Titre :

Modélisation et simulation de la mise en vibration d’un immeuble avec amortisseur harmonique passif

Ancrage :

Les immeubles étant de plus en plus grand, ils sont d’autant plus sensibles aux phénomènes de résonnances. Il est donc nécessaire d’apporter un système de protection pour ces bâtiments essentiels à la ville. Pour cela un amortisseur harmonique passif, ici un pendule simple, permet de supprimer le pic de résonnance passivement en réglant ses paramètres géométriques.

Positionnement thématique :

Physique(mécanique), physique (physique de la matière), Sciences industrielle (génie mécanique), Informatique Pratique (simulation informatique)

Mots-clés (Français) :

Résonnance, oscillateur harmonique, protection des bâtiments, séisme, simulation

Mots-clés (Anglais) :

Resonance, Tuned mass damper, building, earthquake, simulation

Bibliographie :

Les premiers amortisseurs à masse accordée (AMA) ont été conçu au début du XXème siècle par Frahm, il était d’abord utilisé pour réduire le tangage dans les bateaux puis a été repris par Den Hartog dans les années 1940 qui proposa un réglage optimal des différents paramètres pour obtenir une oscillation minimale. [1] L’étude sera limitée aux amortisseurs unidimensionnels. Il existe 2 types d’amortisseur harmonique, le premier est linéaire et fonctionne avec un système ressort amortisseur adjoint au système à amortir. Le second, et celui sur lequel se focalise l’étude, est AMA pendulaire qui se base sur un pendule souvent accroché dans les étages supérieurs du bâtiment, par exemple, la tour Taipei 101 à Taïwan possède un pendule de 730 tonnes entre le 87ème et le 92ème étage [2]. L’objectif de ces systèmes est d’empêcher des oscillations d’amplitude trop importante à cause d’une résonance avec les différentes excitations extérieures comme le vent ou les séismes. Pour cela la période du pendule est choisie pour qu’il soit en opposition de phase avec la tour, ce faisant, une partie de l’énergie de la tour est absorbée par le pendule. La difficulté est l’optimisation du paramètre de synchronisation de l’amortisseur (le rapport entre la pulsation propre de l’amortisseur et de la tour). Idéalement il doit être de 1, l’amortisseur doit donc avoir la même fréquence propre que celle de la tour. Les performances de l’AMA décroissent fortement quand le paramètre de synchronisation s’éloigne de 1 mais il est nécessaire d’avoir un amortissement car son absence dédoublerait la résonance, ce qui est évité avec un choix judicieux de l’amortissement. [4] En optimisant l’AMA il est possible de réduire l’amplitude des oscillations de moitié [1].

2ème jet :

Problématique :

Quel est l’influence de l’AMA pendant un excitation extérieure et comment en optimiser les paramètres ?

Objectifs du TIPE du candidat :

* Modéliser une excitation extérieure
* Etudier la réponse en fréquence du modèle
* Simuler informatiquement la réponse de l’immeuble théorique
* Optimiser les paramètres de la simulation pour obtenir l’oscillation minimale
* Comparer au modèle pratique

Objectifs du TIPE du second candidat :

* Modéliser un immeuble subissant une contrainte extérieure de manière sommaire
* Etudier l’influence de l’amortisseur à masse accordée sur l’atténuation des vibrations
* Etudier l’influence des paramètres de l’AMA sur son efficacité
* Comparaison des résultats à un modèle théorique

Référence bibliographique

[1]<https://engineering.purdue.edu/~ce573/Documents/Intro%20to%20Structural%20Motion%20Control_Chapter4.pdf>

[1] Othman Ben Mekki. Amortissement semi-actif des structures flexibles. Engineering Sciences [physics]. Ecole des Ponts ParisTech, 2006. English. ffNNT: ff. ffpastel-00002570f

[2] : <https://bsbgroup.com/blog/the-mechanism-and-applications-of-tuned-mass-damper-tmd>

[3] : <https://www.researchgate.net/publication/258167207_Tuned_Mass_Dampers>

[4] Anissa Allani. Conception et optimisation d’amortisseurs à masse accordée pour les structures du génie civil. Matériaux et structures en mécanique [physics.class-ph]. Université Paris-Est; Università degli studi di Roma ”Tor Vergata” (1972-..), 2015. Français. ffNNT : 2015PESC1137ff. fftel-01291427f

Abstract :