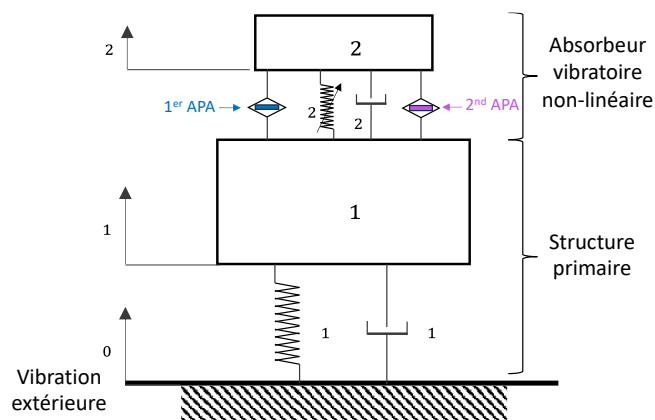


Contrôle vibratoire hybride d'un absorbeur non-linéaire bistable : réduction vibratoire et récupération d'énergie.

Contexte :

La plupart des structures et systèmes actuels présentent des vibrations lors d'excitations dynamiques extérieures pouvant les endommager et réduire leurs performances ainsi que leur durée de vie. Afin d'amortir et donc de protéger ces structures, une solution est de développer des absorbeurs de vibrations permettant d'évacuer l'énergie vibratoire de la structure primaire. Ces absorbeurs consistent, par exemple, en des résonateurs électromécaniques capables de pomper l'énergie mécanique de la structure primaire puis de l'évacuer électriquement.

Durant la dernière décennie, les absorbeurs de vibrations non linéaires, généralement connus sous le nom de NES (*Nonlinear Energy Sink*) ont été l'objet de nombreuses études dans le domaine de la dynamique non linéaire. Ces dernières ont montré, qu'en comparaison du classique absorbeur linéaire (TMD, Tuned Mass Damper), le NES peut être efficace sur une plus large bande de fréquence et surtout assure un transfert irréversible d'énergie depuis le système primaire vers l'absorbeur (d'où la dénomination d'Energy Sink). Cependant ces NES présentent des désavantages encore persistants. Afin de palier à ces désavantages, on se propose ici d'étudier un NES ajustable dynamiquement, dont les propriétés peuvent être modifiées électriquement en temps réel à l'aide d'actionneurs piézoélectriques amplifiés (APA).

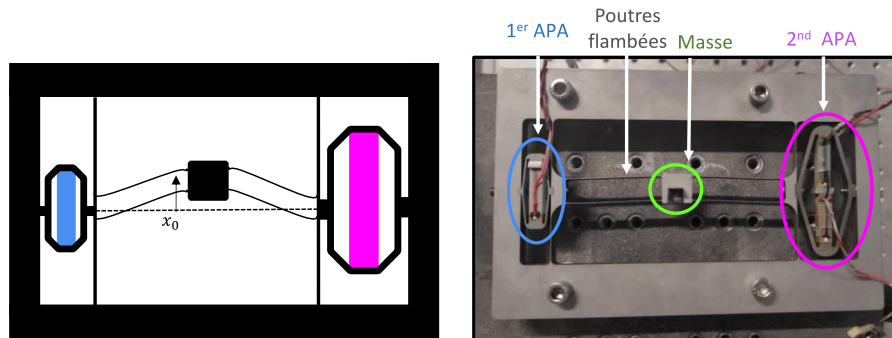


Ce stage s'inscrit dans le cadre d'une collaboration entre le laboratoire LAMCOS (Laboratoire de Mécanique des CONTACTS et des Structures) de l'INSA de Lyon et du laboratoire SYMME (SYstème et Matériaux pour la MEcatronique) de l'Université Savoie Mont Blanc. Le LAMCOS a une expérience reconnue dans les domaines de l'amortissement vibratoire et du contrôle passif et actif de vibrations des structures. Le SYMME bénéficie d'une expérience de plus de 15 ans dans la conception et le test de résonateurs électromécaniques linéaires et non-linéaires. Le NES étudié dans le cadre de ce projet repose sur un système déjà conçu pour des applications en récupération d'énergie vibratoire. Les expertises respectives du SYMME et du LAMCOS permettront de conjointement explorer comment exploiter les performances de ce NES pour l'amortissement vibratoire en profitant des APA pour :

- Explorer et comprendre comment ajuster et surtout piloter la dynamique du NES à l'aide d'APA.
- Mettre en place des stratégies de commande de la dynamique du NES pour garantir une réduction vibratoire et/ou une récupération d'énergie toujours optimale.
- Collaborer avec les chercheurs du SYMME pour implémenter ces stratégies sur la plateforme expérimentale.

Travail demandé :

Le NES considéré ici est un système électromécanique bistable, et est illustré ci-dessous.



La bistabilité du système provient du flambement de 2 poutres. Une tension électrique appliquée à un des APA latéraux permet de piloter le flambement en ajustant la contrainte latérale sur les poutres. Le NES bistable, présente de multiples comportements non-linéaires : régimes de fonctionnement autour d'une des positions stables, des deux positions stables, résonances subharmoniques et superharmoniques, chaos, etc. [1-3]

L'objectif de ce stage est donc de modéliser le NES bistable puis d'établir des lois de commande afin de le piloter pour différents objectifs (absorbeur de vibrations et/ou récupération d'énergie)

Dans un premier temps, un modèle simplifié du NES sera développé en incluant les équations de couplage électromécanique. Le stagiaire devra donc également travailler conjointement avec l'équipe du SYMME sur les modèles réduits déjà existants et intégrer leur expertise du système. Ensuite, le stagiaire travaillera sur la partie commande afin de parvenir à piloter activement les sauts d'orbite du système et maximiser ses performances.

Selon l'avancement du stage, une présentation lors d'une conférence scientifique ou la rédaction d'un article scientifique seront envisageables. ***De plus, une poursuite en thèse pourra être considérée en sollicitant une bourse doctorale suivant les résultats et la motivation du candidat.***

Mots clefs : Absorbeur dynamique, dynamique non-linéaire, piézoélectricité, électromécanique.

Profil recherché : Étudiant(e) en dernière année de Master ou d'école d'ingénieur en **génie mécanique, mécatronique, ou physique appliquée**, ayant un intérêt pour un sujet mêlant électromécanique, dynamique non-linéaire, et vibrations. Des compétences rédactionnelles et un bon niveau d'Anglais sont aussi attendus. Des connaissances en logiciel de calcul scientifique (*Matlab/Simulink/Python*) et une appétence pour la mise en place de bancs de tests et d'expérimentations sont attendus.

Contact : Merci d'envoyer vos relevés de note des deux dernières années et votre CV à simon.chesne@insa-lyon.fr et jonathan.rodriquez@insa-lyon.fr

Équipes de recherche :

SYMME

Adrien MOREL

David GIBUS

LAMCOS

Jonathan RODRIGUEZ

Simon CHESNE

Localisation : LAMCOS, INSA Lyon

Rémunération / Lieu / Début : environ 500 euros nets en fonction des compétences / Lyon / 2020.

Site du LaMCoS : <http://lamcos.insa-lyon.fr/?L=1>

Site de l'équipe de recherche : http://lamcos.insa-lyon.fr/presentation_4.php?L=1

Bibliographie :

[1] Saint-Martin, C., Morel, A., Charleux, L., Roux, E., Gibus, D., Benhemou, A., & Badel, A. (2024). Optimized and robust orbit jump for nonlinear vibration energy harvesters. *Nonlinear Dynamics*, 112(5), 3081-3105.

[2] Benhemou, A., Gibus, D., Huguet, T., Morel, A., Demouron, Q., Saint-Martin, C., ... & Badel, A. (2024). Predictive lumped model for a tunable bistable piezoelectric energy harvester architecture. *Smart Materials and Structures*, 33(4), 045033.

[3] Mesny, L., Alcorta, R., Chesné, S., & Baguet, S. (2024, June). Real-time tuning of a Hybrid Nonlinear Energy Sink: simulation and experiment. In *European Nonlinear Dynamics Conference*.