**Calcul de systèmes couplés :**

**Modélisation d’une structure poutre couplée à son analogue électrique par l’intermédiaire d’un réseau de patchs piézoélectriques.**

Ces travaux se placent dans le contexte de l’amortissement vibratoire par couplage piézoélectrique. Plus spécifiquement, les techniques de type « shunt » consistent à connecter un circuit électrique aux bornes d’un composant piézoélectrique, lui-même soumis aux vibrations de la structure à contrôler. La conversion de l'énergie vibratoire en énergie électrique permet de modifier la dynamique de la structure et d’apporter un amortissement qui dépend directement du circuit électrique considéré. En plus d’une résistance électrique, la présence d'une inductance dans le circuit crée une résonance due à l'échange de charges avec la capacité piézoélectrique. Ainsi, l'ajustement de la fréquence propre de ce shunt résonant à celle de la structure mécanique équivaut à la mise en œuvre d'un amortisseur à masse accordée.

La réduction vibratoire peut s'étendre à une large plage de fréquences par multiplication du nombre de patchs piézoélectriques et interconnexions sous forme d’un réseau électrique multi-résonant. Une solution est d’assembler un réseau qui offre des fréquences propres et des distributions modales proches de celles de la structure à contrôler, on parle alors de réseau électrique analogue. Grâce au couplage piézoélectrique, ces analogues électriques permettent d’étendre le concept d’amortisseur à masse accordée à un contrôle simultané de plusieurs résonances mécaniques.

L’exemple proposé est celui d’une poutre encastrée-libre couplée à son réseau piézoélectrique analogue. La première étape consiste à modéliser la dynamique vibratoire d’une poutre munie d’un ensemble de patchs piézoélectriques répartis de façon périodique. Après calcul de propriétés mécaniques homogénéisées, un modèle éléments finis permet de déterminer les fréquences propres et les déformées modales de la poutre. Dans un second temps, on procède à l’analyse dynamique d’un réseau électrique réputé être l’analogue de la poutre encastrée-libre. L’objectif est d’appliquer les mêmes méthodes d’analyse modale afin de justifier l’analogie électro-mécanique. On procède ensuite au couplage entre les deux domaines par construction d’un système faisant apparaitre l’équivalent de matrices de masse, d’amortissement et de raideur mais à l’échelle du système électro-mécanique. Un assemblage matriciel du même type que celui classiquement utilisé pour les méthodes éléments finis permet alors de définir un système couplé dont l’ensemble des degrés de libertés, électriques et mécaniques, participent à la dynamique globale. Le modèle unifié ainsi défini permet donc d’analyser l’influence des propriétés du réseau électrique sur l’amortissement de la structure mécanique.

*Références :*

* *Lossouarn, B., Kerschen, G., & Deü, J. F. (2021). An analogue twin for piezoelectric vibration damping of multiple nonlinear resonances. Journal of Sound and Vibration, 511, 116323.*
* *Lossouarn, B., Aucejo, M., & Deü, J. F. (2018). Electromechanical wave finite element method for interconnected piezoelectric waveguides. Computers & Structures, 199, 46-56.*