

Avis de Soutenance

Monsieur Halim OULD LAHSEN

Electronique, Micro et Nanoélectronique, optique et laser

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Compromis énergie-information dans un réseau de capteurs/actionneurs en contrôle actif de vibration.

dirigés par Monsieur Fabien MIEYEVILLE et Monsieur Anton KORNIENKO

Soutenance prévue le **vendredi 28 novembre 2025** à 10h00

Lieu : Amphi 203 36 avenue Guy de Collongue 69130 Écully

Composition du jury proposé

M. Fabien MIEYEVILLE	Université Claude Bernard Lyon 1	Directeur de thèse
Mme Emeline SADOULET REBOUL	Université de Franche Comté	Rapporteuse
M. Gildas BESANÇON	Université Grenoble Alpes	Rapporteur
Mme Madiha NADRI WOLF	Université de Claude Bernard Lyon1	Examinatrice
M. Stéphane VICTOR	Université de Bordeaux	Examinateur
M. Jean-Christophe BERA	Université Claude Bernard Lyon 1	Examinateur
M. Julien HUILLERY	Ecole Centrale de Lyon	Invité
M. Anton KORNIENKO	Ecole Centrale de Lyon	Invité

Mots-clés : Automatique, Contrôle distribué, Traitement du signal, Vibrations,

Résumé :

Les vibrations indésirables représentent un défi majeur dans de nombreuses applications industrielles. Cette recherche s'attache à résoudre un problème spécifique de contrôle de vibrations, en se concentrant sur la réduction des vibrations dans une zone ciblée d'une structure intelligente. L'objectif principal est de minimiser les effets d'une perturbation couvrant une plage de fréquences définie. Le système mécanique étudié est une plaque équipée de deux éléments piézoélectriques, utilisée pour illustrer les résultats expérimentaux. Cette installation vise à réduire les vibrations générées par une excitation mécanique localisée, produite par un pot vibrant. L'étude permet d'évaluer l'efficacité du contrôle, d'abord avec un seul élément piézoélectrique, puis avec les deux simultanément. Plusieurs défis techniques se présentent. Le premier concerne l'utilisation de la configuration SSA (Self-Sensing Actuator), dans laquelle chaque élément piézoélectrique fonctionne à la fois comme capteur et actionneur. Cependant, ces approches présentent plusieurs défis à surmonter pour atteindre le niveau de réduction des vibrations requis. Le principal problème réside dans le fait que, dans cette configuration, la tension d'actionnement doit être appliquée aux mêmes bornes que celles utilisées pour extraire le signal de détection. Cela engendre un passage direct du signal électrique qui, combiné au signal de commande, ajoute un bruit d'actionnement supplémentaire, inhérent à tous les systèmes réels. En contrôle, ce signal de mesure pollué réduit le rapport signal/bruit lorsqu'il est utilisé par le correcteur, élément essentiel au bon fonctionnement de

la boucle de rétroaction. Un pont électrique d'équilibrage est mis en œuvre afin de compenser la composante liée au signal de commande, permettant ainsi d'extraire un signal de mesure représentatif du comportement réel de la structure. Toutefois, cette compensation n'est pas toujours parfaite : une erreur résiduelle subsiste. Elle peut d'abord être estimée analytiquement, puis être identifiée plus précisément lors de la modélisation du système, en intégrant explicitement le terme direct correspondant. Une analyse porte sur l'influence de cette erreur sur le comportement automatique du système, en particulier sur la stabilité et les performances. Deuxièmement, une approche de modélisation par identification black-box est adoptée à partir des données expérimentales. Une procédure de réduction du modèle est appliquée sur la plage de fréquence d'intérêt. Les différentes sources d'erreur, issues du circuit d'équilibrage et de la modélisation, sont prises en compte lors de l'analyse de la stabilité et des performances du système. Nous définissons un critère H_∞ pour le contrôle des vibrations, garantissant robustesse et stabilité du système en boucle fermée et réduisant l'effet de perturbations. Une architecture originale du correcteur est proposée, permettant une compensation numérique supplémentaire de l'erreur résiduelle du terme direct, divisée en deux parties : dynamique, indépendante de l'erreur du terme direct, et statique, adaptable à cette erreur. L'efficacité du contrôle est validée par des simulations et des expériences sur banc expérimental. Enfin, nous étendons cette méthodologie à un système MIMO avec deux éléments piézoélectriques en configuration SSA, en tenant compte du couplage entre eux pour atteindre une réduction des vibrations globale. Deux stratégies de contrôle H_∞ MIMO, centralisée et structurée, sont développées et comparées, la version structurée imposant des contraintes sur la structure et l'ordre du correcteur. Une troisième stratégie, basée sur la méthodologie SISO précédemment développée, est également incluse pour l'analyse comparative. Les résultats de simulation et expérimentaux sont évalués pour chaque élément piézoélectrique, et le taux de réduction relatif est calculé en boucle fermée par rapport à la boucle ouverte.