



LOIS DE COMMANDE POUR LE CONTRÔLE DES ÉCOULEMENTS OSCILLATEURS

CONTROL LAWS FOR OSCILLATOR FLOWS

Soutenance de thèse – Jussiau William

3 juillet 2024 à 14h00

Salle des thèses, ISAE-SUPAERO, 10 Av Edouard Belin, Toulouse

Devant le jury composé de :

M. Édouard LAROCHE, Rapporteur, Université de Strasbourg
M. Gérard SCORLETTI, Rapporteur, École Centrale de Lyon
M. Philippe FEYEL, Examineur, Safran Electronics & Defense Canada
M. Christophe AIRIAU, Examineur, Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse
Mme Taraneh SAYADI, Examinatrice, Conservatoire National Arts et Métiers
M. Pierre APKARIAN, Directeur de thèse, ONERA/DTIS
M. Fabrice DEMOURANT, Co-directeur de thèse, ONERA/DTIS
M. Colin LECLERCQ, Co-encadrant de thèse, ONERA/DAAA

Résumé

Cette thèse porte sur la synthèse de lois de commande pour les écoulements oscillateurs à faible nombre de Reynolds. Nous y étudions deux configurations canoniques en 2D : l'écoulement autour d'un cylindre, et l'écoulement au-dessus d'une cavité ouverte. Ces deux cas d'étude présentent un équilibre stationnaire instable, et un régime d'oscillations auto-entretenues – respectivement, un cycle limite et un attracteur torique. L'objectif principal est la synthèse de lois de commande pour supprimer complètement le régime oscillatoire, afin de réduire la traînée moyenne, les vibrations structurelles ou le rayonnement acoustique tonal. En pratique, la synthèse de lois de commande pour ces systèmes est rendue difficile par la diversité des phénomènes dynamiques émergeant des équations de Navier-Stokes, non-linéaires et de dimension infinie. Dans cette thèse, nous proposons trois méthodes distinctes pour la synthèse de correcteurs adaptés à ces systèmes, utilisant des hypothèses de moins en moins restrictives. La première méthode utilise conjointement une paramétrisation des correcteurs stabilisant l'équilibre, un algorithme d'optimisation sans dérivée et les données de simulation non-linéaire. La seconde méthode exploite la bifurcation de Hopf supercritique pour construire des correcteurs à partir de simulations non-linéaires seulement. La troisième méthode se base sur le formalisme de la résolvante moyenne pour construire itérativement une loi de commande LTI par morceaux à partir de données entrée-sortie uniquement.

Mots clés

Contrôle d'écoulements ; Mécanique des fluides numérique ; Correcteurs linéaires temps-invariants ; Commande robuste.