

Proposition de sujet de thèse

Modélisation thermique transitoire pour la conception préliminaire des systèmes embarqués

Mots clés

Modèle d'ordre non-entier, réponse fréquentielle, identification des paramètres, fonction de transfert, analyse dimensionnelle

Description du sujet de thèse

Contexte

Pour répondre aux problématiques environnementales, on constate une multiplication des efforts d'électrification des systèmes embarqués au bord des moyens de transport. Cette tendance touche les systèmes à tous les niveaux : en commençant par les systèmes secondaires et allant jusqu'aux chaînes de propulsion. Un des défis clés dans l'emploi des systèmes électriques embarqués est la thermique. Ce problème est plus critique comparé aux technologies classiques, fonctionnant sur des vecteurs d'énergie fluide, car contrairement aux derniers ici les pertes thermiques ne sont pas évacuées par le fluide ; elles restent localisées et doivent être gérées par d'autres moyens. Le dimensionnement de ces systèmes électriques doit donc tenir compte des aspects thermiques, dès les phases amont de la conception.

Verrou scientifique

La plupart du temps, le dimensionnement préliminaire est assuré sur des points de fonctionnement statiques et extrêmes, ex : couple/vitesse/puissance maximale. Or, durant l'utilisation, le profil de fonctionnement est transitoire, surtout lorsqu'il s'agit des extrêmes de fonctionnement. Un dimensionnement sur les extrêmes en régime établi conduit à un surdimensionnement important, qui dans le cas des systèmes embarqués n'est pas souhaitable, pour des raisons de poids, volume et consommation d'énergie additionnelle. Lors du fonctionnement en régime transitoire, l'inertie thermique des composants est souvent un levier important qui permettrait de réduire les échauffements. Cependant, la prise en compte du comportement thermique transitoire en phase de conception préliminaire est prohibitive en raison de la complexité des modèles classiques. Les modèles d'ordre non-entiers ont montré leur efficacité pour exprimer le comportement thermique dynamique avec une complexité mathématique fortement réduite. Le principal défi de l'utilisation de ces modèles en conception préliminaire réside dans le fait que ces modèles sont construits pour une géométrie déjà définie, alors qu'en conception préliminaire les paramètres géométriques sont justement recherchés. Afin de pouvoir utiliser ces modèles en conception préliminaire, il faudrait que les paramètres de ces modèles puissent varier en fonction des principales dimensions recherchés.

Objectif

L'institut Clément Ader a déjà mis au point une méthode, appelée VPLM, qui permet d'établir un lien entre des paramètres de modèles stationnaires, et les paramètres de conception. L'objectif de cette thèse est donc de coupler la méthode VPLM et les modèles d'ordre non-entier afin de pouvoir construire des modèles thermiques dynamiques légers, utilisables en conception préliminaire. L'idée est d'exploiter la méthode VPLM pour trouver des lois de variation des paramètres d'un modèle d'ordre non-entier en fonction des principaux paramètres dimensionnant des composants. Ainsi, il sera possible d'estimer très rapidement l'impact des paramètres de conception sur le comportement thermique dynamique du système.

Unité d'accueil

Côté français, la thèse sera réalisée au sein de l'Institut Clément Ader. L'ICA (www.institut-clement-ader.org) s'attache à l'étude des structures, des systèmes et des procédés mécaniques. Ses secteurs d'activités s'inscrivent dans ceux des industries mécaniques avec une attention particulière accordée aux projets des domaines de l'aéronautique, de l'espace, du transport et de l'énergie. L'équipe dans laquelle sera accueilli le doctorant mène ses activités de recherche dans le domaine des actionneurs embarqués. Elle développe des méthodologies et des outils d'ingénierie pour l'aide à la conception des systèmes d'actionnement électromécaniques.

Profil du candidat recherché

Le candidat devra posséder des compétences en étude des systèmes dynamiques linéaires, et la simulation numérique par des méthodes éléments finis notamment en thermique. Seront appréciées des compétences en programmation, et plus particulièrement sous python. Le candidat devrait maîtriser l'Anglais. La maîtrise du Français sera un avantage.

Encadrement

Ion HAZYUK – Maître de Conférences à l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse /
Institut Clément Ader

Ion.hazyuk@insa-toulouse.fr