

Développement de modèles réduits de machines électriques en vue de co-simulations multi physiques pour l'estimation acoustique

Objet : CDD post-doctorat (début souhaité septembre 2020) durée : 1 à 1,5 an

Mots clefs : méthode des éléments finis, réduction de modèle, co-simulation

Cadre

Ce sujet de post-doctorat s'inscrit dans le cadre d'un projet FUI (Fonds Unique Interministériel) intitulé e_Silence qui porte sur l'estimation des bruits d'origine électromagnétique des machines électriques. Les partenaires de ce projet sont MMT (Moving Magnet Technologies), Vibratex et Altair et les laboratoires FEMTO-ST et L2EP. Le but de ce projet est d'identifier les causes de bruit dû à la structure des machines électriques, de développer des modèles numériques électromagnétiques/mécaniques dont les temps de résolution soient compatibles avec les contraintes industrielles et de définir une méthode de conception de machines électriques prenant en compte l'aspect acoustique dans la phase d'optimisation de la structure.

Dans ce contexte, le L2EP se charge de développer des modèles numériques électromagnétiques les plus rapides possibles en termes de temps de calcul de deux machines identifiées dans le cadre du projet. Les modèles numériques seront basés sur une modélisation par éléments finis des machines électriques combinées à des approches de réduction de modèles.

Contexte

Dans le domaine de la simulation numérique de systèmes électrotechniques, le modèle mathématique est basé sur les équations de Maxwell en basse fréquence. Pour résoudre ce type de problème, la plupart des logiciels développés se basent sur la méthode des éléments finis. Ce type d'outil numérique permet de disposer de véritables modèles virtuels d'actionneurs électriques en vue d'en estimer les performances. Dans un contexte industriel, ces modèles numériques doivent retranscrire au mieux la réalité tout en nécessitant un temps de calcul le plus faible possible. Or, la simulation numérique d'un dispositif électrotechnique tel qu'une machine électrique peut s'avérer coûteuse en temps de calcul. L'enjeu scientifique concerne la prise en compte de l'environnement électrique et de défauts éventuels de machine électrique en vue d'un couplage avec un modèle mécanique afin d'en estimer les bruits d'origine électromagnétique et d'être le plus fidèle possible à la réalité dans des temps de calcul acceptables pour les industriels. Pour résoudre ce type de problèmes, les méthodes de réduction de modèles numériques semblent bien adaptées afin de diminuer les temps de calcul. Dans la littérature, l'approche la plus populaire est la Proper Orthogonal Decomposition (POD) combinée avec la (Discrete) Empirical Interpolation Method ((D)EIM). Cette technique consiste à rechercher une base

Etablissement de votre correspondance

d'approximation de la solution du modèle élément finis (EF) et de projeter ce modèle sur cette base. Ainsi, on obtient un modèle réduit de faible taille et rapide pouvant être utilisé dans le cadre d'une co-simulation. Ce modèle peut alors être couplé avec d'autres représentants l'environnement électrique d'une machine électrique. Néanmoins, ce type de technique requiert un temps de calcul ne pouvant pas être adapté à des applications qui requièrent un large nombre d'appel aux modèles électromagnétiques et des temps de simulation les plus courts possibles. Ainsi, d'autres approches ne nécessitant pas de résolution sont à investiguer. Par exemple, basées sur des solutions du modèle EF pour des valeurs de paramètres données (perméabilité magnétique, position du rotor, amplitude des courants, ...), une base réduite d'approximation de la solution EF est construite et chaque composante de cette solution peut être interpolée pour un nouveau jeu de paramètres. Toujours basée sur des solutions du modèle EF, une autre approche possible est d'appliquer la Proper Generalized Decomposition (PGD) où l'on cherche à exprimer une approximation de la solution EF sous la forme d'une somme de produits de fonctions dont chacune ne dépend que d'un seul paramètre du problème.

Objectif

L'objectif est de développer une approche de réduction de modèle la moins intrusive possible par rapport au code de calcul EF (<http://code-carmel.univ-lille1.fr/>) du laboratoire L2EP (<http://l2ep.univ-lille.fr/>) de manière à ce que l'approche puisse être facilement transposable d'un outil numérique à un autre. L'application fixée est la simulation de deux machines électriques dans leur environnement électrique avec prise en compte de défauts éventuels afin d'en estimer les forces magnétiques s'exerçant sur les structures. L'approche de réduction de modèle développée sera appliquée au modèle magnétique EF des machines électriques. Ensuite, le modèle réduit sera couplé avec le circuit d'alimentation afin de simuler le fonctionnement de la machine dans son environnement.

Profil recherché

Le candidat devra avoir des compétences en développement de méthodes numériques et des connaissances en réduction de modèles numériques. Il devra être capable de développer des approches dans les langages Matlab, Python et Fortran. Une connaissance approfondie de l'électromagnétisme basse fréquence n'est pas demandée.

Contact

thomas.henneron@univ-lille.fr

Université de Lille - Faculté des Sciences et Technologies
L2EP (Laboratoire d'Électrotechnique et d'Électronique de Puissance de Lille)
Equipe Modélisation Bât. ESPRIT - Bureau 232
59655 Villeneuve d'Ascq
Tél. +33 (0)3 62 26 82 24

Etablissement de votre correspondance