

Sujet de thèse

Simulation temps réel de systèmes électromagnétiques par réduction de modèles éléments finis

Contacts :

Frédéric Colas : frederic.colas@ensam.eu

Thomas Henneron : thomas.henneron@univ-lille.fr

Stéphane Clénet : stephane.clenet@ensam.eu

Contexte :

Le développement de jumeaux numériques pour les dispositifs électriques (câbles de transport, transformateurs, machines électriques tournantes) présente un intérêt industriel majeur. Ils permettent de reproduire virtuellement le comportement d'un système réel, facilitant ainsi l'analyse, l'optimisation et la prise de décision. Grâce à ces jumeaux, il devient possible de tester différents scénarios de fonctionnement, de prévoir les défaillances et d'anticiper les besoins de maintenance, sans interrompre l'installation réelle. Pour offrir toutes ces nouvelles possibilités, le jumeau numérique doit être une véritable réplique virtuelle du système physique fonctionnant en temps réel et doit ainsi permettre d'accéder à n'importe quelle quantité physique locale ou globale.

Environnement scientifique :

Le laboratoire [L2EP](#) cherche à développer des modèles « temps réel » de systèmes électriques à partir d'un modèle basé sur le calcul de champ électromagnétique. Cette brique technologique est indispensable pour pouvoir développer à terme de véritables jumeaux numériques de dispositif électrique. En effet, l'utilisation de modèle basé sur le calcul de champ électromagnétique permet d'accéder à n'importe quelle grandeur physique que celle-ci soit locale (valeur de champs magnétique ou électrique, force...) ou globale (flux, pertes, couple...). Malheureusement, ces modèles basés sur le calcul de champs électromagnétiques nécessitent des temps de calcul prohibitifs pour une exploitation en temps réel. Afin de diminuer ces temps de calcul, le L2EP développe des méthodes de réduction permettant d'envisager le développement de modèles réduits dont les temps de calcul seront en adéquation avec une implémentation en temps réel.

Objectif :

En se basant sur les compétences et savoir-faire du L2EP, l'objectif du travail de thèse est donc de développer un modèle temps réel de dispositif électrique dérivé d'un modèle basé sur la méthode des éléments finis en utilisant des techniques de réduction. Le travail consistera tout d'abord à choisir et développer une méthode de réduction permettant de réaliser une simulation dynamique de dispositifs électriques en temps réel. Ces développements se feront en utilisant le code de calcul de champs électromagnétiques [code Carmel](#) développé au L2EP en partenariat avec EdF R&D. Ensuite, ces modèles réduits seront implantés et testés sur des dispositifs simples comme des câbles de transport sur un ordinateur temps réel (microcontrôleurs classiques ou FPGA) de manière à bien identifier les verrous d'une implantation temps réel et à proposer des solutions pour les résoudre. Enfin, l'approche sera appliquée sur des dispositifs plus complexes comme un moteur industriel utilisé dans le domaine de l'automobile ou d'un réseau de transport et de production d'énergie électrique.

Profil recherché :

- Master ou diplôme d'ingénieur en génie électrique ou en analyse numérique
- Compétences en calcul scientifique et programmation
- Expérience appréciée dans le domaine du calcul temps réel