

Sujet de thèse
à IFP Energies nouvelles (IFPEN) et au laboratoire SATIE
En Mathématiques appliquées - Sciences Physiques – Conception
Electromagnétique

Optimisation topologique de dispositifs électromagnétiques
Application aux machines synchro-réductantes assistées par des aimants permanents pour la traction électrique

Dans le cadre du développement de notre gamme de Groupe Moto-Propulseurs électriques (GMPE) en collaboration avec un industriel, le département Systèmes Electrifiés d'IFP Energies Nouvelles s'est particulièrement intéressé à une technologie de machines synchrones dites « synchro-réductantes assistées par des aimants permanents ».

Jusqu'alors, il s'agit du choix technico-économique pertinent qui offre un bon compromis entre performances et de coût. En effet, les machines synchro-réductantes sont peu gourmandes en aimants permanents terres rares grâce à leur fort couple réductant. C'est un réel avantage industriel car ces aimants terre-rares sont relativement chers, et surtout peuvent être sujets à de forte variation de coût.

Le dimensionnement de ces structures synchro-réductantes est un véritable défi pour le concepteur, tant il y a de degrés de liberté au niveau du design des parties actives. L'apport de l'optimisation « classique », ou paramétrique, a été démontré pour tendre rapidement vers des designs intéressants au niveau des performances électromagnétiques. En revanche, la limitation de ce type d'approche reste le fort a priori sur la forme géométrique ou sur la topologie.

La mise en œuvre de méthodologie d'optimisation topologique permettrait d'aller beaucoup plus loin et de s'affranchir de ces a priori. Cela permettrait d'explorer un certain nombre de formes géométriques qui ne nous sont pas accessibles à l'heure actuelle.

L'objectif premier de ce travail de thèse vise donc à améliorer les performances électromagnétiques de nos structures synchro-réductantes par la mise en œuvre d'une méthodologie d'optimisation topologique. Une première approche sera de développer et d'appliquer directement ces méthodologies à des structures existantes afin d'améliorer leurs performances (réduction des ondulations de couple, la résistance à la démagnétisation).

Par la suite, ces méthodologies pourront être appliquées à des structures innovantes qui font actuellement l'objet de dépôt de brevets. La finalité de ce travail pourrait nous amener à traiter le cas d'un couplage magnéto-mécanique afin d'améliorer les performances de ces structures dans des applications hautes vitesses. Toute une partie expérimentale peut être envisagée en fonction de l'amélioration des designs.

L'originalité du sujet permettra au candidat sélectionné d'interagir avec des experts de domaines différents, telles que les mathématiques appliquées et la conception électromagnétique de machines électriques, dans lesquels IFPEN est un institut de recherche reconnu. L'étroite collaboration avec le laboratoire SATIE (ENS Rennes) donnera l'opportunité au candidat d'approfondir la compréhension des résultats obtenus au sein d'un autre environnement de recherche.

Mots clefs: Mathématiques appliquées, Optimisation topologique, Modélisation électromagnétique et/ou mécanique.

Contacts : Dr. Hamid Ben Ahmed, benahmed@ens-rennes.fr – Dr. Benjamin GAUSSENS, benjamin.gaussens@ifpen.fr – Dr. Delphine SINOQUET, delphine.sinoquet@ifpen.fr

Directeur de thèse	Hamid Ben Ahmed, Maître de conférence à l'Ecole Normale Supérieure de Rennes
Ecole doctorale	Université Rennes1, Ecole doctorale MATHSTIC
Encadrants IFPEN	Dr. Benjamin GAUSSENS, Ingénieur de Recherche, Direction Mobilités & Systèmes
Localisation du doctorant	Direction Mobilités & Systèmes, IFP Energies nouvelles, Rueil-Malmaison, France

Durée et date de début	3 ans, début de préférence : le 1 octobre 2019
Employeur	IFP Energies nouvelles, Rueil-Malmaison, France
Qualifications	Master 2 dans une discipline appropriée (Mathématiques appliquées, Génie Electrique, Machines électriques)
Connaissances linguistiques	Bon niveau en Anglais obligatoire
Autres qualifications	Logiciels (Matlab, Office,...), Modélisation numérique de type éléments finis (FEMM, Ansys Maxwell, Flux2D/3D), Optimisation, Goût pour la modélisation et le codage, Bonne capacité à communiquer

Pour plus d'information ou pour soumettre votre candidature, voir www.theses.ifpen.fr ou contacter l'encadrant IFPEN.

IFP Energies nouvelles est un organisme public de recherche, d'innovation et de formation dont la mission est de développer des technologies performantes, économiques, propres et durables dans les domaines de l'énergie, du transport et de l'environnement. Pour plus d'information, voir www.ifpen.fr.

IFPEN met à disposition de ses chercheurs un environnement stimulant, avec des équipements de laboratoire et des moyens de calcul très performants. IFPEN a une politique salariale et de couverture sociale compétitive. Tous les doctorants participent à des séminaires et des formations qui leur sont dédiés.