



Altair

KU LEUVEN



ULB

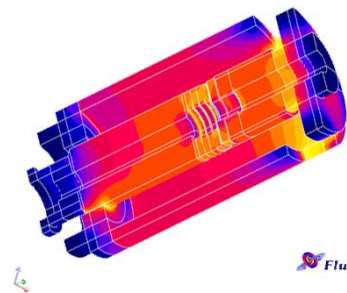
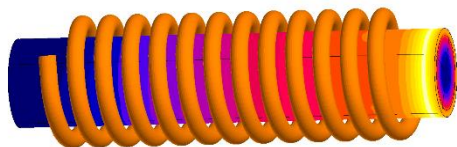
UNIVERSITÉ
LIBRE
DE BRUXELLES

Thèse sur la modélisation en 3D des parties feuilletées des transformateurs de puissance avec prise en compte des pertes par courants de Foucault

Altair Engineering France (AEF) est une filiale d'Altair Engineering, un des plus grands éditeurs mondiaux de logiciels scientifiques pour l'ingénieur. Forte de plus de 30 ans d'expérience dans les domaines de la conception de produits et de logiciels d'ingénierie avancée, Altair a plus de 5000 clients dans différents secteurs d'activité, tels que l'automobile, l'aéronautique, les organismes gouvernementaux, la défense et les biens de consommation, ...

Sa suite de logiciels HyperWorks est la plus utilisée au monde dans le domaine de la CAE. Reposant sur l'automatisation de processus, la gestion de données et l'optimisation de conception, HyperWorks est une suite d'outils de simulation pour la conception et la prise rapide de décision pour la conception de produits.

Considérée comme la solution d'IAO avec une architecture ouverte la plus complète de l'industrie, Hyperworks inclut ce qu'il y a de mieux comme solutions pour l'analyse des problèmes linéaires et non linéaires, statiques et dynamiques. Au sein de la suite Hyperworks, le logiciel Flux[®] est orienté vers la simulation électromagnétique basse fréquence. Utilisé par les plus grands acteurs du domaine tels que Schneider, Valeo, EDF, le logiciel Flux[®] propose des solutions innovantes aux concepteurs de moteurs électriques, transformateurs, capteurs et actionneurs. Le code de calcul éléments finis 2D et 3D Flux[®] est le fruit d'une collaboration active entre le laboratoire G2ELab et la société AEF qui commercialise le logiciel. Les travaux de thèse proposés ici s'inscrivent dans ce cadre, ce qui permet d'une part de faire bénéficier les utilisateurs du logiciel des dernières avancées en matière de recherche, et d'autre part de mettre à l'épreuve les méthodes développées sur des cas industriels.



Objectifs de la thèse

Dans le cadre de la lutte contre l'augmentation des gaz à effet de serre et la préservation de l'environnement, l'efficacité énergétique est un enjeu majeur du XXI^{ème} siècle. Par exemple, les transformateurs de distribution affichent une efficacité énergétique de 97 à 99 %. Cependant, en raison de leur utilisation intensive, leur impact environnemental est loin d'être négligeable. De ce fait, une compréhension et une détermination plus précise des pertes dans ces machines électriques permettraient d'améliorer l'efficacité énergétique des réseaux électriques et des dispositifs d'électronique de puissance. Différentes parties des transformateurs sont le siège de pertes : les bobinages, les circuits magnétiques, la cuve, les plaques de serrage, les plaques de blindage, les shunts magnétiques, les tirants. Les bobinages peuvent être formés de fils à section rectangulaire ou de bandes de cuivre ou d'aluminium. Ces derniers, appelés bobinages feuillards, étant moins coûteux à fabriquer.

Plusieurs clients d'AEF qui utilisent Flux pour la modélisation des transformateurs de distribution ont besoin de pouvoir simuler de tels dispositifs avec des bobinages feuillards pour déterminer et localiser les pertes et les échauffements qui en découlent par des modélisations électromagnétiques puis par des modélisations thermiques.



Altair

KU LEUVEN



**UNIVERSITÉ
LIBRE
DE BRUXELLES**

L'objectif de la thèse concerne la simulation des bobinages en feuillard et des circuits magnétiques feuilletés en prenant en compte les pertes et l'empilement des feuillets des bobinages et des tôles. Les applications visées correspondent aux transformateurs de puissance. Ainsi, il sera possible de calculer la répartition des pertes et des échauffements de ces dispositifs électriques. Il faudra développer des modèles de bobinages feuillardés et de circuits magnétiques feuilletés avec la méthode des éléments finis en 2D et en 3D, et les valider.

Dans le cas des bobinages en feuillard et des circuits magnétiques feuilletés, des difficultés particulières de modélisation existent : feuilletage, géométries 3D complexes. Des techniques d'homogénéisation permettent de tenir compte du feuilletage des bobinages et du circuit magnétique sans avoir à décrire la géométrie et le maillage de chacun des feuillets : seule la géométrie et le maillage du contour des parties de bobinages et du circuit magnétique est nécessaire. De plus, les difficultés de modélisation sont accrues dans les circuits magnétiques car les tôles ont des propriétés magnétiques non linéaires anisotropes avec de l'hystérésis.

Le travail de thèse sera effectué au sein de l'environnement de développement Flux® et éventuellement dans le logiciel GetDP. GetDP est un logiciel open source pour résoudre les équations différentielles de type éléments finis, développé à l'Université de Liège en Belgique.

Trois axes de recherche ont été identifiés :

1. La modélisation des bobinages feuillardés avec des techniques d'homogénéisation pour calculer les pertes supplémentaires dans ces parties des transformateurs. La résolution se fera dans le domaine fréquentiel, c'est-à-dire en complexe.
2. La modélisation des phénomènes thermiques dans ces bobines pour calculer les échauffements dus aux pertes électromagnétiques. Des techniques d'homogénéisation des feuilles d'aluminium ou de cuivre et des isolants seront développées. Cet axe de recherche est la suite du premier.
3. La modélisation des circuits magnétiques feuilletés pour calculer les pertes par courants de Foucault dans ces parties. Cet axe de recherche correspond à la suite du travail d'une précédente thèse. La résolution se fera dans le domaine temporel, c'est-à-dire avec des méthodes en pas à pas dans le temps.

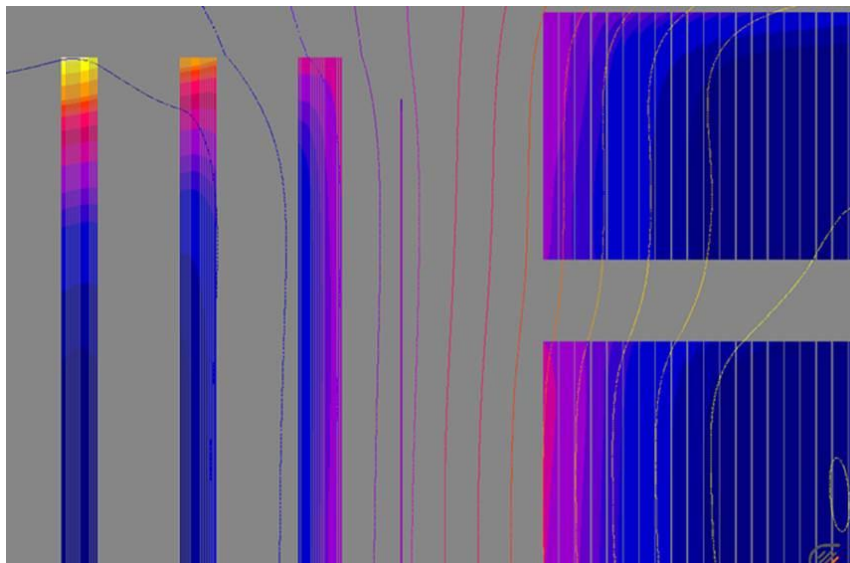


Figure : Résultat de simulation 2D d'un transformateur avec bobines en feuillard. Dégradés de couleur : densités de pertes dans les bobines, lignes : tubes de flux magnétique. Seule la partie haute des bobinages est affichée. La bobine basse tension, située à gauche, est formée des trois groupes d'enroulements feuillardés de 25 tours chacun. Les pertes sont localisées principalement aux extrémités des enroulements. La bobine haute tension, située à droite est formée de plusieurs groupes d'enroulements en bandes (feuillardés) d'une vingtaine de tours chacun. Deux groupes sont visibles sur la figure.

Profil

- Vous êtes issu d'une formation Bac + 5 (Master ou Ecole d'ingénieur)
- Vous avez des connaissances en mathématiques appliquées : méthodes numériques, éléments finis, ...
- Vous avez une première expérience en programmation de méthodes numériques



Altair

KU LEUVEN



UNIVERSITÉ
LIBRE
DE BRUXELLES

- Vous avez des connaissances en électromagnétisme
- Vous êtes intéressé par l'informatique et la physique
- Vous avez de bonnes capacités à travailler de façon autonome
- Vous êtes créatif et rigoureux
- Vous avez un sens du relationnel
- Vous savez partager vos connaissances
- La maîtrise de l'anglais technique parlé et écrit est indispensable pour ce poste

Si vous êtes motivé(e) par la perspective de travailler au sein d'une société d'ingénierie en pleine expansion et de laboratoires à la pointe de la recherche et que vous pensez pouvoir apporter votre dynamisme et votre créativité, alors nous sommes prêts à vous rencontrer !

Lieu de travail

Grenoble, Meylan et éventuellement périodes à KU Leuven et à Bruxelles.

Contacts

G2Elab :	Gérard Meunier	Gerard.Meunier@g2elab.grenoble-inp.fr tél : +33(0)4 76 82 62 88
	Brahim Ramdane	Brahim.Ramdane@g2elab.grenoble-inp.fr tél : +33(0)4 76 82 64 30
KU Leuven/ EnergyVille :	Ruth V. Sabariego	ruth.sabariego@kuleuven.be tél : +32(0)16 32 88 91 ou +32(0)163 21020
Université Libre de Bruxelles :	Johan Gyselinck	Johan.Gyselinck@ulb.ac.be tél : +32(0)2 650 26 69
AEF :	Christophe Guérin	cguerin@altair.com tél : +33(0)4 56 38 08 39

Pour postuler

Envoyez votre CV et votre lettre de motivation à lwiegers@altair.com