

Monsieur Loïc Cabrel KAPTOUM KUATE

Sciences pour l'Ingénieur Génie Electrique

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Contribution à la modélisation prédictive des contraintes électriques dans le bobinage de machines électriques alimentées par des convertisseurs de puissance à commutation rapide pour la traction automobile

Soutenance prévue le **vendredi 27 mars 2026** à 10h00

Lieu : IFP Energies nouvelles - Rueil 1 et 4 avenue de Bois-Préau, 92852 Rueil-Malmaison, France

Salle : Amphithéâtre Sequoia (SE-052)

Composition du jury proposé

M. Stéphane DUCHESNE	Université d'Artois	Directeur de thèse
M. Georges BARAKAT	Université du Havre	Rapporteur
Mme Najla HAJE OBEID	IFP Energies nouvelles	Examinatrice
M. Abdenour ABDELLI	IFP Energies nouvelles	Co-directeur de thèse
M. François BALAVOINE	Université d'Artois	Examineur
M. Philippe DESSANTE	Université Paris-Saclay	Examineur
M. Xavier MARGUERON	Centrale Lille	Rapporteur
M. Babak NAHID-MOBARAKEH	Université McMaster	Examineur
M. Ralph SINDJUI	Johnson Electric	Invité

Résumé :

Dans un contexte d'électrification croissante de la mobilité visant à lutter contre le réchauffement climatique, l'augmentation de la densité de puissance et la réduction des temps de charge des batteries des véhicules électriques constituent des enjeux majeurs. Pour répondre à ces exigences, les architectures actuelles des chaînes de traction privilégient l'élévation de la tension du bus continu ainsi que l'intégration de semi-conducteurs à large bande, tels que le carbure de silicium et le nitrure de gallium, au sein des convertisseurs de puissance. Toutefois, ces évolutions technologiques accroissent significativement le risque d'apparition de décharges partielles dans le bobinage statorique des machines électriques, phénomène susceptible de dégrader les systèmes d'isolation en accélérant leur vieillissement. Les décharges partielles résultent principalement de la distribution non uniforme des fronts de tension en régime transitoire dans le bobinage, qui engendre localement des champs électriques élevés. Afin d'estimer les niveaux de tension susceptibles de provoquer ces décharges et de proposer des stratégies de mitigation adaptées, un modèle de bobinage haute fréquence basé sur un circuit équivalent RLC a été développé. L'originalité de ce modèle réside dans la prise en compte de la dépendance fréquentielle des paramètres résistifs et inductifs au cours de la simulation transitoire, permettant ainsi d'intégrer le contenu harmonique de la tension issue du convertisseur. Dans cette optique, le modèle de circuit proposé pour la représentation du bobinage est présenté. Les paramètres du circuit équivalent sont identifiés à partir de simulations par la méthode des éléments finis en deux dimensions, combinées à des formulations analytiques. Le circuit équivalent intègre des sources de tension comportementales afin de modéliser la variation fréquentielle des paramètres résistifs et inductifs. Il est ensuite transformé en un modèle réduit, permettant d'estimer la distribution des tensions aux bornes de chaque spire dans le domaine fréquentiel. Enfin, une transformée de Fourier inverse est appliquée afin de reconstruire les tensions correspondantes dans le domaine temporel. La validité et la robustesse du modèle proposé sont évaluées à travers une campagne de mesures expérimentales, démontrant sa capacité à prédire avec précision les surtensions locales responsables de l'initiation des décharges partielles.