

Monsieur Sidi Hamdinou HAMDINOU

Génie Electrique



Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

Potentiel des aciers électriques à grains orientés pour la réalisation de transformateurs compacts à forte densité de puissance.

dirigés par Monsieur Daniel ROGER

Soutenance prévue le **mercredi 11 décembre 2019** à 10h00

Lieu : Faculté des Sciences Appliquées Technoparc FUTURA, Rue Gérard Philippe 62400 Béthune

Salle : Prestige

Composition du jury proposé

M. Daniel ROGER	Université d'Artois	Directeur de thèse
Mme Marie-Ange RAULET	Université Claude Bernard Lyon 1	Rapporteur
M. Jean-Frédéric CHARPENTIER	Ecole navale	Rapporteur
M. Yacine AMARA	Université du Havre	Examineur
M. Mathieu ROSSI	Univeristé d'Artois	Examineur
M. Xavier MININGER	Université Paris-Sud	Examineur
M. Thierry BELGRAND	thyssenkrupp Electrical Steel UGO	Invité
M. BRUNO LEFBVRE	SuperGrid Institute	Invité

Résumé :

L'énergie électrique joue un rôle très important dans notre société qui prend conscience de la précarité des ressources énergétiques fossiles. La meilleure maîtrise de l'impact environnemental du système de production d'électricité une priorité; avec une part croissante des sources renouvelables intermittentes et décentralisées. Ces évolutions exigent un réseau électrique plus souple comportant des nœuds intelligents capables de régler, en temps réel, les flux énergétiques dans les parties critiques du réseau. Les avancées technologiques des semi-conducteurs et les matériaux magnétiques ont ouvert des perspectives pour développement de tels nœuds intelligents de fortes puissances. Ils sont connus sous le nom génériques de « Solid-State Transformers (SST) » constitués de convertisseurs statiques reliés par des transformateur compacts qui fonctionnent en haute fréquence. La compacité des SST leur ouvre des applications dans les réseaux embarqués des trains et des bateaux. Les SST actuels sont des convertisseurs électronique complexes qui fonctionnent au haute fréquence (HF), au delà de 10kHz. Les transformateurs son construits autour de noyaux adaptés aux fréquences élevés que sont les ferrites et les matériaux magnétiques développés plus récemment: les amorphes les nanocristallins. La thèse propose une solution alternative qui utilise l'acier électrique a grains orientés (Grain Oriented Electrical Steel – GOES) qui offre des perspectives pour atteindre des puissances nettement supérieures. Le principe proposé est de travailler plus bas en fréquence, de l'ordre de quelques kilohertz, mais avec des inductions crêtes élevées permises par le GOES. Les noyaux enroulés sont fabriqués avec des bandes minces pour bien utiliser l'anisotropie élevée du matériau. Cette proposition repose sur un retour d'expérience important de l'utilisation du GOES, qui montre sa stabilité à long terme. La première partie de la thèse compare le comportement du noyau GOES lorsque le transformateur est alimenté en moyenne fréquence (MF) par des tensions rectangulaires et sinusoïdales. Cette partie montre des pertes fer moindres pour une tension rectangulaire à la même fréquence et pour la même valeur crête de l'induction. Ce résultat, très favorable à une conception plus simple des convertisseurs statiques, est valable aux moyennes fréquences considérées. Il est validé par de nombreuses expérimentations, par des simulations éléments finis et par une approche théorique en régime linéaire basée sur les séries de Fourier. Les transformateurs compacts transmettent des puissances importantes dans des petits volumes; leur équilibre thermique est donc un élément important de leur conception. La seconde partie de la thèse explique comment bénéficier des bonnes performances du noyau GOES aux températures élevées. Une conception originale de la gestion des flux thermiques est proposée et analysée par un schéma équivalent thermique.