

# Sujet de thèse – GeepS-Renault

## **Objectives and achievements expected**

This thesis will be focused on model, conception and realization of a power converter through a specific power transformer design. This converter will be integrated in next Renault's vehicle development and a position is often proposed by the company after the thesis. For more details, please to contact [tanguy.phulpin@centralesupelec.fr](mailto:tanguy.phulpin@centralesupelec.fr)

## **Objectifs et innovations scientifiques de la thèse**

Le travail de thèse portera sur la modélisation, la conception et la réalisation d'un transformateur à haute fréquence associé à un convertisseur bidirectionnel de puissance 22 kW pour la charge d'une batterie haute tension (400V).

Le contexte du développement de composants magnétiques avec de la forte puissance (de l'ordre du kW ou de la dizaine de kW) et de la fréquence élevée pose des contraintes particulières de thermique du fait de la mauvaise conduction du noyau magnétique et de CEM du fait des capacités parasites. Maîtriser ces deux paramètres pourrait apporter une grande influence sur le design optimum du point de vue topologie et fréquence de fonctionnement, au regard de l'impact sur le rendement et de la fiabilité du convertisseur.

L'objectif de la thèse sera donc de chercher l'optimum pouvant être atteint, en prenant en compte :

- Le cahier des charges de l'industrie automobile qui impose de convertir des puissances toujours plus importantes, de façon bidirectionnelle.
- Les topologies pouvant être considérées grâce aux composants grand-gap, dont le potentiel ne pouvait pas être exploité par des semi-conducteurs en silicium à cause de la limitation en fréquence ou en résistance de conduction. Un convertisseur à trois entrées/sorties, basé sur les travaux précédents, est donc envisagé, avec la possibilité de mise en parallèle pour atteindre une puissance de 22 kW.
- Le dimensionnement du transformateur, avec en particulier les pertes dans le noyau magnétique et dans les conducteurs, causées par les hautes fréquences de découpage. Les modèles de pertes utilisés dans ce cadre pourront être validés à l'aide d'un nouveau banc de mesure de pertes par calorimétrie développé au laboratoire. Une réflexion est également attendue sur la conception d'un transformateur triphasé dans le cadre de la mise en parallèle.
- L'évacuation des pertes pour garantir une température de fonctionnement raisonnable. Un modèle thermique du composant devra être développé.
- Les capacités parasites du transformateur, particulièrement importantes dans le cas de la haute fréquence et de la structure planar et en fonction de la topologie du convertisseur à résonance choisi pour l'intégration
- Chercher la meilleure solution entre le transformateur matriciel, le transformateur planar et un transformateur classique, en prenant en compte les aspects de pertes, dissipation thermique, densité de volume et coût.

Pour trouver l'optimum en prenant en compte ces éléments, le doctorant devra développer une méthodologie de conception intégrant potentiellement un algorithme d'optimisation et l'aspect éco-

conception. Le résultat obtenu à l'issue du dimensionnement sera validé par un prototype fonctionnant à différents points de charges.

### **Déroulement des travaux**

Dans un premier temps, le doctorant devra réaliser un état de l'art des différentes topologies existantes, pouvant être pertinentes pour la réalisation d'un chargeur intégré dans un véhicule électrique fonctionnant à haute fréquence et intégrant un transformateur planar ou autre. Il devra prendre en compte les contraintes de fiabilité liée à ce type d'application. Il déterminera ensuite les facteurs clés qui limitent les possibilités de développement dans le cadre visé. Enfin, il étudiera les différentes possibilités de refroidissement des transformateurs et notamment de modélisation du comportement thermique dans le circuit magnétique.

Suite à cette première partie bibliographique, il aura pour tâche de proposer des solutions permettant d'améliorer le rendement du chargeur notamment pour un convertisseur avec 3 entrées/sorties et ce pour une puissance de charge et une fréquence de fonctionnement importante afin de garantir un encombrement minimal. Un travail de simulation circuit et par modélisations par éléments finis sera une étape nécessaire pour concevoir selon les objectifs fixés les composants magnétiques. Les choix technologiques au niveau de la conception du transformateur sont primordiaux pour la qualité du résultat final.

La réalisation de plusieurs prototypes sera attendue, avec la caractérisation électrique et thermique de plusieurs prototypes pour comparer les avantages et inconvénients de chaque technologie.

**Date : before the le 01/10/2023**

**Profil :** good knowledge in power electronics, enjoy to handle electronics, also a good approach of theoretical concept

**Contact**

Tanguy.phulpin@centralesupelec.fr