

## Doctorant en étude de conception d'un onduleur de traction à transistors à grand gap fortement intégré (H/F) – Versailles (78)

### DESCRIPTION DE VEDECOM

L'Institut VEDECOM est un Institut français de recherche et de formation dédié à la mobilité individuelle décarbonée et durable qui rassemble des partenaires publics (Universités, Ecoles d'ingénieurs, collectivités, ...) et privés (constructeurs, équipementiers, sociétés de services, ...). Il a été sélectionné en tant qu'Institut de Transition Énergétique (ITE) dans le cadre du Programme des Investissements d'Avenir (PIA) de l'Etat Français. VEDECOM ambitionne de devenir un leader européen en matière d'innovation dans les domaines des véhicules électrifiés, autonomes et connectés grâce à des infrastructures et services de mobilité et d'énergie partagés.

### LES MISSIONS

#### CONTEXTE :

Avec la transition énergétique souhaitée vers des sources d'énergies renouvelables (moins d'émissions de CO<sub>2</sub>) l'électronique de puissance est appelée à répondre à de contraintes économiques et technologiques croissantes. Dans ce contexte, les nouveaux semiconducteurs à grand gap (SiC, GaN etc.) sont devenus des piliers majeurs pour cette transition énergétique. En particulier, c'est le Carbure de Silicium (SiC) qui suscite l'intérêt du fait de son stade de maturité.

Cependant, plusieurs freins limitent la pleine utilisation des modules de puissance Wide-Bandgap (WBG) par rapport au plus classiques composants en Silicium, comme les densités de pertes de puissance qui peuvent être très élevées, les vitesses de commutation plus importantes qui créent des problèmes de compatibilité électromagnétique (CEM). Des solutions peuvent être apportées par l'intégration 3D et l'amélioration des systèmes de refroidissement. Dans ce contexte, la CEM, incluant l'inductance parasite de la cellule de commutation et les perturbations de mode commun, constitue un défi majeur à prendre en compte lors de la phase de conception. En effet, cette inductance entraîne des surtensions lors de l'ouverture des transistors conduisant ainsi à leur défaillance. Pour cela, il est important de la réduire tout en gérant de manière optimale l'interaction entre les composants semi-conducteurs et leur environnement : gestion thermique, tenue en tension et compatibilité électromagnétique en particulier.

Le sujet de thèse proposé vise à concevoir une structure innovante d'un onduleur basé sur des cellules de commutation (demi pont en H, circuits de commandes rapprochés et alimentations isolées associées). Le but est de réduire l'inductance parasite de la boucle de commutation (en dessous de 1 nH). Ceci est obtenu grâce aux techniques utilisées dans la conception des bus continus. De plus, une attention particulière sera portée à la réduction des capacités parasites de mode commun autant du côté puissance que du côté gate driver.

Les puces semi-conductrices seront enfouies à l'intérieure d'une carte PCB (Printed Circuit Board) et le report des puces sera assuré par frittage de pâte d'argent (technologie étudiée au sein de l'institut VEDECOM, en collaboration avec ELVIA et SAFRAN). Ceci permettra de réduire la surface de la boucle de commutation et d'augmenter considérablement la fiabilité du module. Cependant, cette technologie d'enfouissement comporte de nouveaux verrous (gestion thermique et isolation électrique) à étudier et relever au cours de la thèse.

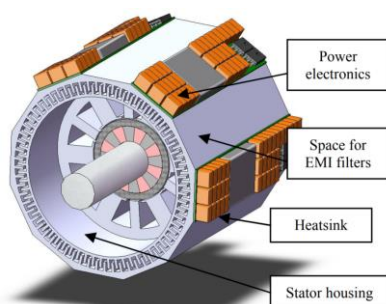


Figure 1: Exemple d'intégration onduleur-machine<sup>[1]</sup>

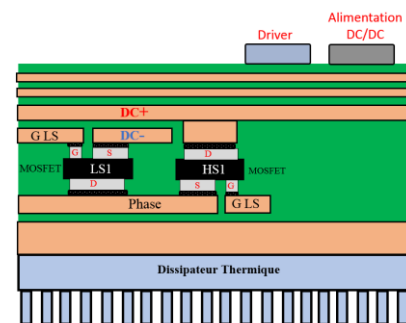


Figure 2 : intégration d'une cellule de commutation avec circuit de commandes.

[1] J. J. Wolmarans, M. B. Gerber, H. Polinder, S. W. H. de Haan, J. A. Ferreira and D. Clarenbach, "A 50kW integrated fault tolerant permanent magnet machine and motor drive," 2008 IEEE Power Electronics Specialists Conference, Rhodes, 2008, pp. 345-351.

Les parties critiques vis-à-vis des performances en commutation des circuits de commandes rapprochées seront placées au plus proche de la cellule de commutation. Une partie de la thèse sera consacré à l'intégration de l'alimentation DC/DC isolée de ces circuits de commandes.

**OBJECTIFS :**

Le sujet de thèse proposé vise à concevoir un module de puissance à faible inductance parasite. L'idée est de réduire l'inductance de la boucle de commutation en enfouissant les composants semi-conducteurs à l'intérieur d'une carte PCB (Printed Circuit Board). En plus, l'assemblage des puces de puissance sera assuré par frittage d'argent ce qui augmente considérablement la fiabilité du module. Dans ce contexte, on s'intéresse à la conception de ce type de module en prenant en compte les aspects CEM et thermiques.

Le doctorant aura en charge les activités suivantes :

- Conception d'une cellule de commutation (bras d'onduleur) caractérisée par une faible inductance parasite, un refroidissement amélioré et une gestion des perturbations CEM aux plus près des composants de puissance. Ceci est réalisable par une disposition adéquate des puces et une intégration des ponts thermiques à l'intérieur du module.
- Proposition d'un circuit de commandes rapprochées pour chacun des deux interrupteurs du module. Un benchmark des différents gate drivers existants est à prévoir selon les différents critères (technologie d'isolation galvanique, temps de latence, etc.). Des règles de choix et de conception devraient être attendues à cette étape.
- Réalisation d'un prototype et amélioration de l'intégration.
- Caractérisation électrique et thermique du module réalisé par une campagne de tests comprenant : un tracé des caractéristiques (courbes IV, capacités parasites...), un test de double impulsion avec analyse spectrale et une extraction de l'impédance thermique. Des corrélations entre les essais expérimentaux et les simulations numériques sont attendues.

**PROFIL RECHERCHE**

**DIPLÔME :**

Etudiant issu d'une école généraliste ou université.

Master dans les domaines de sciences pour l'ingénieur, électronique, électronique de puissance.

**COMPETENCES :**

De formation généraliste ou en génie électrique, vous devez avoir idéalement des compétences dans une ou plusieurs des disciplines suivantes :

- Le packaging,
- L'extraction des éléments parasites par méthode éléments finis (i.e. ANSYS Q3D),
- Les simulations multi-physiques des modules de puissance (électrique et thermique),
- Essais de caractérisation des composants semi-conducteurs,
- Conception des cartes PCB (i.e. Altium Designer),

Des notions sur les semi-conducteurs à grand gap et circuits de commande (gate driver) seraient appréciées.

Vous devez avoir les qualités suivantes :

- Curiosité scientifique,
- Autonome dans le travail, dans la recherche d'informations et ayant une capacité de synthèse
- Envie d'innover et d'apprendre.

Langue : Français et anglais

**DEROULEMENT DE LA THESE**

Le candidat sera emmené à faire des missions entre VEDECOM (Versailles) et le G2ELab (Grenoble).

**INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES**

Nature du contrat / Démarrage	CDD à objet défini de 36 mois à partir d'octobre 2019
Responsable hiérarchique	Hadi ALAWIEH
Votre profil correspond ? Cliquez à l'adresse suivante : <a href="mailto:apply.26458-LAKVsD@apply-talentdetection.com">apply.26458-LAKVsD@apply-talentdetection.com</a>	
Publiée le 01/07/2019	Référence annonce : DOC/HAH/001