

Sujet de stage recherche M2

Compréhension des effets combinés des contraintes thermique et d'humidité sur la durée de vie des modules de puissance

Mots clés : H³TRB, Vieillessement IGBT, cyclage thermique, humidité

Contacts :

- Mounira BOUARROUDJ : mounira.bouarroudj@ens-paris-saclay.fr
- Ali IBRAHIM : ali.ibrahim@univ-eiffel.fr

Durée de stage : 5 à 6 mois.

Possibilité de poursuite en thèse : Oui

Contexte

Les modules de puissance (IGBT et MOSFET) sont le cœur des convertisseurs électroniques de puissance. La fiabilité de ces modules de puissance est principalement estimée à travers des modèles de durée de vie empiriques réalisés à partir de bases de données issues de tests de cyclage accélérés. Les contraintes usuellement prises en compte sont les contraintes thermiques dues à l'environnement (cyclage passif) ou bien issues de l'auto-échauffement des puces actives pendant les phases de commutation (cyclage actif). Or, le module dans son environnement applicatif (domaines des transports, énergies renouvelables, ...) est également soumis à un stress électrochimique causé par l'humidité de l'environnement. Des tests de polarisation inverse à haute humidité et haute température (H³TRB) sont réalisés indépendamment des tests sous cyclage thermique. Néanmoins, une interaction des deux types de stress est possible et peut provoquer une réduction de la durée de vie des modules. Une analyse approfondie de l'effet de l'humidité sur les indicateurs de vieillissement habituellement considérés lors des tests de vieillissement accélérés (V_{CE} , R_{DS} , courant de fuite,...) doit être réalisée dans un premier temps. Dans un second temps, l'effet de la combinaison des contraintes humidité et cyclage thermique sera à investiguer pour comprendre les effets produits et se rapprocher au mieux des contraintes réelles que les modules de puissance subissent.

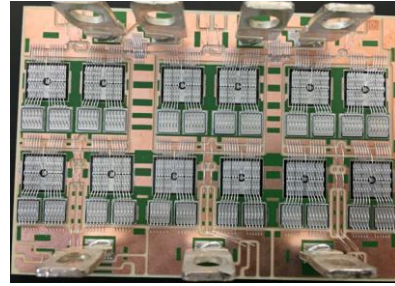
Objectifs du stage

L'objectif de ce stage est de mener des expérimentations de vieillissement afin de valider une méthodologie d'évaluation de l'effet de la combinaison du stress imposé par l'humidité et de la variation de la température sur la durée de vie des modules de puissance.

Les tests seront réalisés sous une enceinte climatique à humidité contrôlée qui permettra d'imposer les stress environnementaux. Les modules de puissance utilisés seront des modules MOSFET à base de carbure de silicium (Mosfets-SiC) ou des modules IGBT de puissance.



Module de puissance Mosfet-SiC (ouvert)



Module de puissance IGBT (ouvert)

Étapes proposées pour le déroulement du stage :

- Étude bibliographique sur les mécanismes de dégradations par les effets de cyclage de température, les effets humidité et les combinaisons. État de l'art sur les tests de vieillissement combinés température/humidité, les paramètres indicateurs de vieillissement.
- Prise en main des équipements expérimentaux et de l'instrumentation associée.
- Définition des protocoles et plans d'expérience des tests en humidité et température
- Identification des paramètres électriques et/ou thermique indicateurs de dégradation (issue de l'état de l'art) et instrumentation. Mesures des grandeurs électriques sensibles à la dégradation.
- Proposition et validation d'un protocole expérimental pour l'estimation de l'effet de la combinaison de l'humidité et de la température sur la durée de vie des modules.
- Réalisation de tests de vieillissements combinés et analyse des résultats.

Lieu de stage : Le stage se déroulera sur le site de Versailles du laboratoire SATIE (2 allée des marronniers, Satory)

Niveau et compétences souhaitées :

- Formation ingénieur ou master dans le domaine de l'EEA.
- Des compétences sont attendues en mesures et instrumentation, fiabilité des composants de puissance