

Sujet de Stage M2R :

Étude et Développement de Techniques de Réflectométrie pour le Diagnostic de l'État de Santé des Modules Électroniques de Puissance

Contacts :

- Ali IBRAHIM, e-mail: ali.ibrahim@univ-eiffel.fr, tel: 0130843990
- Zoubir KHATIR, e-mail: zoubir.khatir@univ-eiffel.fr, tel: 0130843976

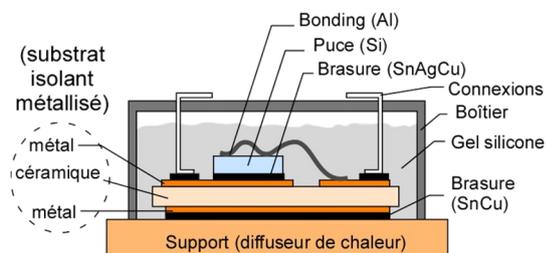
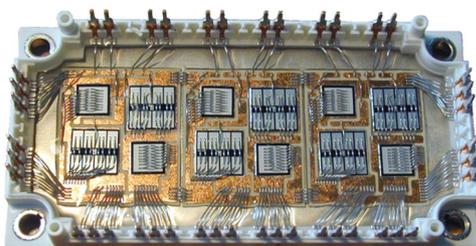
Le stage se déroulera au laboratoire SATIE sur le campus de Versailles de l'université Gustave Eiffel.

Durée de stage : 5 à 6 mois.

Contexte scientifique et problématique

Les modules électroniques de puissance (IGBT, MOSFET,...) jouent un rôle crucial dans de nombreux systèmes, de l'électronique de puissance industrielle aux véhicules électriques. La fiabilité et la performance de ces modules sont essentielles pour assurer le bon fonctionnement des systèmes dans lesquels ils sont intégrés. Lors de leur fonctionnement, ces derniers sont exposés à différentes contraintes environnementales et fonctionnelles (température ambiante, cyclage thermique, vibrations, choc, altitude, humidité...). Or, tous ces facteurs impactent la durée de vie des composants et par conséquent des équipements. La technologie est considérée mature et les modes de défaillance sont connus et concernent principalement le packaging. Les deux types de dégradations majeurs sont les fils d'interconnexions internes (bondings) et les brasures (voir la figure ci-dessous). Afin de garantir un diagnostic précoce des éventuels problèmes, l'utilisation de techniques avancées telles que la réflectométrie se révèle prometteuse.

La réflectométrie est une méthode de diagnostic qui repose sur le principe du radar. Un signal de sonde est envoyé dans le système ou le milieu à diagnostiquer, ce signal se propage selon les lois de propagation du milieu étudié et lorsqu'il rencontre une discontinuité (d'impédance), une partie de son énergie est renvoyée vers le point d'injection. L'analyse du signal réfléchi permet de déduire des informations sur le système ou le milieu considéré. La réflectométrie est donc un moyen de contrôle non destructif (Hanif, Devoto, & Khan, 2020; Pascal, Daschner, Liserre, & Höft, 2022).



Module semi-conducteur typique et structure schématique d'assemblage

Objectifs du Stage et travaux à réaliser :

1. Bibliographie sur la méthode de réflectométrie :

- état de l'art de l'utilisation de la technique dans le domaine du génie électrique ainsi que des différentes méthodes de mesure de la réflectance
- Compréhension des principes fondamentaux de la réflectométrie appliquée aux circuits électroniques de puissance.

2. Développement d'un dispositif expérimental et caractérisations de modules de puissance :

- Identifier les paramètres clés à surveiller pour évaluer l'état de santé des modules électroniques de puissance.
- Concevoir, réaliser et instrumenter un dispositif expérimental pour l'application de la réflectométrie aux modules électroniques de puissance.
- Mettre en place un protocole de caractérisation par réflectométrie (mesure, analyse des données,...)
- Réaliser les premières caractérisations et tester le dispositif sur des modules IGBT de puissance
- Évaluer la performance du système de diagnostic proposé.

Profil souhaité :

- Elève d'une grande école d'ingénieurs ou Master 2 dans le domaine de l'électricité, de l'électrotechnique et plus particulièrement de l'électronique de puissance, vous savez faire preuve d'autonomie, d'initiative et de rigueur.
- Vous avez le goût pour l'expérimentation et l'instrumentation
- Vous avez des connaissances en électronique de puissance et en programmation pour le traitement des données (Python, MATLAB, etc.)
- Vous possédez de bonnes compétences organisationnelles et rédactionnelles.

Procédure de candidature :

- Envoyez votre candidature (CV, lettre de motivation et relevés de notes des 2 dernières années)

Références :

Hanif, A., Devoto, D., & Khan, F. 2020. Bond Wire Damage Detection and SOH Estimation of a Dual-Pack IGBT Power Module Using Active Power Cycling and Reflectometry. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 35(7): 6761–6772.

Pascal, Y., Daschner, F., Liserre, M., & Höft, M. 2022. Condition monitoring of power module using S-parameters, TDR, and TDT. *Microelectronics Reliability*, 138. <https://doi.org/10.1016/j.microrel.2022.114615>.