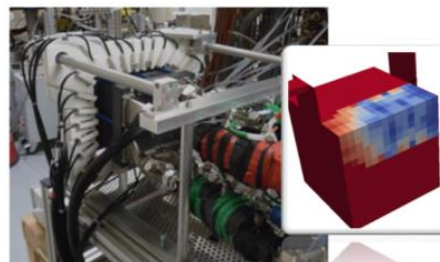


Diagnostic d'une pile à combustible hydrogène par mesure non invasive de champs magnétiques

La PEMFC (Proton Exchange Membrane Fuel Cell, ou pile à combustible à membrane à échange de protons) est un générateur transformant le combustible hydrogène en énergie électrique. Elle est développée pour des applications dans les transports (automobile, aéronautique, transport maritime) aussi bien que pour des applications portables.

Le développement et le déploiement de la technologie PEMFC nécessite le respect des contraintes de durée de vie, de fiabilité et de disponibilité. Pour parvenir à respecter ces différentes contraintes, il est nécessaire de développer des outils de diagnostic qui soient le moins invasifs possible et permettent pendant les phases de fonctionnement de détecter et d'identifier de manière rapide et pertinente les différents modes de défaillance.

Ce stage se situe dans le prolongement direct de travaux réalisés dans le cadre d'une collaboration entre les laboratoires G2Elab, LEPMI et le CEA-Liten (projet LOCALI financé par l'ANR). L'objectif de ces travaux consiste, à partir de mesures non-invasives de champs magnétiques réalisées par un réseau de capteurs externe, de reconstruire les densités de courants internes à partir de la résolution d'un problème inverse. L'analyse de ces densités de courant et plus précisément de leurs inhomogénéités doit permettre le diagnostic de l'état du système.



Stack instrumenté par des capteurs de champ et densité de courant identifiée

Le diagnostic de pile à combustible par mesure de champ magnétique est une technique relativement récente qui a montré de fortes potentialités à travers un démonstrateur existant au CEA-Liten. Il a été démontré qu'il était possible de reconstruire les courants internes avec une bonne précision par résolution d'un problème inverse linéaire. Néanmoins, il est intéressant de remonter à des grandeurs internes plus facilement analysables telles que par exemple les conductivités électriques équivalentes locales de la pile. Ce nouvel objectif complexifie la tâche car le problème inverse n'est plus linéaire. Il est alors nécessaire de mettre en œuvre des méthodes d'optimisation pour résoudre le problème. Explorer la faisabilité de cette nouvelle approche est l'objectif de ce stage. Un verrou qui devra être adressé est le calcul numérique des sensibilités du champ magnétique sur les capteurs en fonction des conductivités locales. Une fois ces sensibilités calculées, un algorithme du type « descente de gradient » pourra être utilisé pour résoudre le problème inverse.

Déroulement du stage

1. Etude des méthodes de modélisation du champ magnétique externe générés par les piles à combustible (méthode éléments finis, méthodes intégrales de volume).
2. Etudes des méthodes d'inversion linéaires déjà développées pour l'identification des courants à partir du champ.
3. Développement d'une méthode d'inversion non linéaires pour remonter aux conductivités.
4. Validation sur un dispositif réel avec jeu de mesures de champ magnétique.

Compétences recherchées

1. Expérience de la méthode éléments finis et de la programmation orientée objet
2. Intérêt pour les méthodes numériques et l'électromagnétisme
3. Possibilité de participer aux campagnes de mesures en fonction du profil du candidat et du contexte.

Localisation du stage

Le stage se déroulera dans l'équipe MAGE du G2Elab (Modèles, Méthodes et Méthodologies appliquées au Génie Electrique) du laboratoire G2Elab (Laboratoire de Génie Electrique de Grenoble, UMR CNRS 5269– Université Grenoble Alpes) qui est localisé sur la Presqu'île scientifique de Grenoble). Il sera réalisé en étroite collaboration avec le LEPMI (Le Laboratoire d'Electrochimie et de Physicochimie des Matériaux et des Interfaces, UMR CNRS 5279– Université Grenoble Alpes). Une poursuite en thèse de doctorat est possible à l'issue du stage.

Indemnités : ~600€ / mois

Contacts

Olivier Chadebec (G2Elab) - olivier.chadebec@g2elab.grenoble-inp.fr, +33 (0)6 60 67 66 88

Gilles Cauffet (G2Elab) - gilles.cauffet@g2elab.grenoble-inp.fr

Yann Bultel (LEPMI) - yann.bultel@grenoble-inp.fr