

Stage, Master 2, Durée : 5 mois

Caractérisations de matériaux magnétiques et de structures magnéto-électriques (ME) pour l'optimisation des transducteurs pour l'alimentation à distance de dispositifs biomédicaux implantés

Laboratoire de Génie Electrique et Electronique de Paris (GeePs),
Institut des Nano-sciences de Paris (INSP)

Contexte : Les études sur les systèmes d'alimentation à distance permettant le fonctionnement autonome des dispositifs biomédicaux génèrent un intérêt grandissant dans la communauté scientifique [1]. L'utilisation de dispositifs classiques présente l'inconvénient majeur d'utiliser des piles ou des batteries. De plus, pour des applications de dispositifs biomédicaux implantés dans le corps humain, des interventions chirurgicales invasives seraient nécessaires pour remplacer les piles ou batteries usagées.

L'utilisation de systèmes de récupération d'énergie ou la télé-alimentation sans fil permettant l'autonomie en énergie de ces dispositifs est donc nécessaire. La technique que nous privilégions dans ce projet est d'utiliser des transducteurs d'énergie à base de matériaux magnétoélectriques (ME) laminaires qui sont composés de couches magnétostrictives et piézoélectriques. Les matériaux composites ME combinent ainsi les effets magnétostrictifs (contraintes mécaniques sous l'effet d'un champ magnétique et réciproquement) et piézoélectriques (contraintes mécaniques sous l'effet d'un champ électrique et réciproquement). Lorsque le matériau ME est excité par un champ magnétique extérieur H , issu d'un lecteur, les couches magnétostrictives jouent le rôle d'actionneurs mécaniques en appliquant des contraintes mécaniques sur la couche piézoélectrique. Cette dernière présente alors une tension à ses bornes. Selon les matériaux composites utilisés, on peut obtenir une puissance délivrable à la fréquence de résonance de l'ordre du mW/cm^3 .

C'est dans ce contexte que le GeePs a développé une thématique de recherche sur la modélisation multi-physique et la caractérisation expérimentale de nouveaux transducteurs ME réalisant des micro-sources d'énergie. Des codes multi-physique 2D et 3D basés sur la méthode des éléments finis couplant les équations de l'électromagnétisme et de la mécanique ont été développés [2].

Des transducteurs ME à bases de couches minces sont développés par l'INSP. Un banc de caractérisation [3] de ces composites ME a été développé au GeePs. Ce banc automatisé permet de caractériser d'une part la tension de sortie aux bornes du composite testé et d'autre part la puissance de sortie délivrable.

Sujet : L'objectif de ce stage est d'utiliser le banc de caractérisation pour étudier les échantillons développés par l'INSP ainsi que de faire le lien avec les propriétés physiques des matériaux (caractérisation aux Rayons X, mesures magnétiques). Une première étude a déjà été menée et ce stage permettra de compléter les premiers résultats en analysant en particulier l'évolution des mesures en fonction de l'épaisseur des matériaux utilisés dans le composite. Les résultats serviront d'une part à mieux modéliser les échantillons en proposant des modifications aux modèles existant, à proposer des voies d'optimisation des transducteurs intégrés dans un démonstrateur pour une application de capteur biomédical implanté et enfin d'interpréter les phénomènes physiques.

La poursuite de ce stage en thèse est encouragée.

Compétences souhaitées :

- Bonnes connaissances en physique des matériaux.
- Techniques de mesure en électronique, utilisation des appareils de mesure classiques, électronique analogique.
- Bases de programmation en Matlab (pilotage du banc de mesure).
- La ou le candidat(e) devra faire preuve de motivation de rigueur et d'autonomie.

Lieu et dates du stage : INSP et GeePs, Campus Jussieu, de février à juillet 2023.

Contacts : Aurélie Gensbittel aurelie.gensbittel@sorbonne-universite.fr, 01 44 27 43 10

Bibliographie :

[1] S. Khan, S. Pavuluri, G. Cummins and M.P.Y. Desmulliez, Sensors 2020, 20, 3487; doi:10.3390/s20123487.

[2] H. Talleb and Z. Ren, Journal of Alloys and Compounds, (2014), vol. 615, pp 65-74, 2014.

[3] K. Malleron, A. Gensbittel, H. Talleb, Z. Ren, «Experimental study of magnetoelectric transducers for power supply of small biomedical device, Microelectronics Journal, Feb. 2018. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0026269217306079>