

Membranes élastomères diélectriques utilisées comme haut-parleurs : analyse et amélioration des couplages électromécaniques

IMSIA, ENSTA-Paris
MSSMAT, Centrale Supélec
GEEPS, Centrale Supélec

Ce sujet de post-doctorat entre dans le cadre de recherches portant sur la modélisation et la conception d'actionneurs électroacoustiques basés sur le principe des élastomères diélectriques. Composé d'un film d'élastomère compris entre deux électrodes souples, le système considéré se comporte électriquement comme un condensateur dont la capacité varie avec la charge électrique [1]. Lorsqu'une tension électrique est appliquée à ses bornes, l'attraction entre les charges opposées des deux électrodes génère une pression électrostatique sur la membrane diélectrique incompressible. Celle-ci se contracte alors dans son épaisseur et s'allonge dans les autres directions. Le couplage électromécanique d'un tel système a d'ores-et-déjà fait l'objet de nombreuses études pour des applications en robotique [2], prothétique médicale [3] ou récupération d'énergie [4] par exemple. Il est par ailleurs mentionné dans quelques travaux scientifiques l'usage de ce type de couplage pour la conception de haut-parleurs [5,6].

À l'IMSIA, nous avons récemment développé un modèle multiphysique couplant l'électromagnétisme, la dynamique d'une membrane d'élastomère, et l'acoustique [7,8]. Ce modèle permet de reproduire de manière très satisfaisante les propriétés de rayonnement acoustique d'un haut-parleur en élastomère diélectrique (rendement acoustique, directivité...).

Les premiers résultats numériques ont mis en évidence le couplage entre le mouvement des charges électriques sur la membrane et la réponse vibratoire de celle-ci, qui peut dans certaines conditions influencer significativement le comportement du système. Nous souhaitons dans le cadre de ce post-doctorat réaliser des mesures de charge électrique sur la membrane élastomère en fonctionnement à l'aide d'une sonde de champ électrique. Ces mesures devraient permettre une meilleure compréhension de ces couplages, et aider au développement d'autres applications comme par exemple des capteurs faisant usage de ce couplage pour prédire la dynamique de la membrane à partir de mesures purement électriques. Ce travail sera réalisé au laboratoire GEEPS, de Centrale Supélec.



Figure 1: Prototype de haut-parleur diélectrique

Sur un deuxième aspect du projet, nous souhaitons pouvoir diminuer la tension de fonctionnement des prototypes en réalisant des membranes d'élastomère diélectrique multicouches. Ce travail sera réalisé au laboratoire MSSMAT, de Centrale Supélec.

Profil du candidat : Titulaire d'une thèse en mécanique ou en physique, intéressé par les problèmes multiphysiques, expérimentateur ou ayant un fort attrait pour l'expérimental. Le sujet ne porte pas sur la modélisation et l'implémentation de méthodes numériques, mais des compétences dans ce domaine pourraient être un plus pour l'utilisation des outils déjà développés à l'IMSIA.

Contact : olivier.doare@ensta-paris.fr

Bibliographie

- [1] Suo, *Acta Mechanica Solida Sinica* 23, 549 (2010)
- [2] Kovacs et al., *Sensors and Actuators A* 155, 299–307 (2009)
- [3] Bidiss & Chau, *Medical Engineering & Physics* 30, 403–418 (2008)
- [4] McKay et al., *Applied Physics Letters* 98, 142903 (2011)
- [5] Hosoya, Baba & Maeda, *The Journal of the Acoustical Society of America*, 138 (4) (2015)
- [6] Heydt et al, *Proc. SPIE* 6168:61681M (2006)
- [7] Garnell, Rouby & Doaré, *Journal of Sound and Vibration*, 459, 114836 (2019)
- [8] Garnell, Doaré, Rouby, *Journal of the Acoustical Society of America* (accepted, 2020)