

Modélisation inverse pour une localisation nanométrique 3D des charges électrostatiques dans des diélectriques minces

Thèse en co-encadrement entre le LAPLACE – Équipe d'accueil DSF¹ et l'ICA – Équipe d'accueil MS2M²

Ecole Doctorale de Rattachement : GEET – ED 323

Génie Électrique, Electronique, Télécommunications : du système au nanosystème

Etablissement de rattachement : l'INSA de Toulouse

directeurs de thèse : Fulbert BAUDOIN (MCF LAPLACE) - **co-directeur de thèse** : Stéphane Segonds (MCF ICA)

contacts scientifiques : fulbert.baudoin@laplace.univ-tlse.fr, stephane.segonds@univ-tlse3.fr et christina.villeneuve@laplace.univ-tlse.fr

Mots clés

Modélisation, inversion modèle, analyse sensibilité, incertitudes, AFM, courbe de force, matériau diélectrique

Objectif de la thèse

Une propriété commune à l'ensemble des diélectriques solides est leur propension à accumuler des charges électriques au-delà d'un champ électrique critique. Si cette propriété est exploitée dans de nombreuses applications, elle peut représenter une cause de défaillance des systèmes. L'utilisation d'isolants de plus en plus minces rend les techniques de mesure de charge inadaptées, résolution de l'ordre du μm , et nécessite l'utilisation de diagnostics localisés comme l'AFM (Microscope à Force Atomique). Cependant, ces techniques ne permettent pas de connaître précisément la densité de charge ni sa répartition en profondeur, données indispensables pour une meilleure compréhension des phénomènes de transport et de piégeage de charges. C'est pourquoi, nous travaillons au développement d'une nouvelle méthode, appelée EFDC (Courbes de Force Electrostatique), basée sur la mesure des forces électrostatiques au cours de phases d'approche/retrait entre la sonde AFM et les charges stockées dans le matériau. L'objectif principal de cette thèse est une meilleure compréhension des interactions en jeu lors des mesures EFDC pour la caractérisation électrique des matériaux de manière à améliorer la sensibilité de la mesure. En particulier, des réponses devront être apportées quant à la possibilité de connaître la répartition latérale et en profondeur des charges à l'aide des seules courbes EFDC. Il s'agit d'un problème inverse à résoudre pour recouvrer, à partir de mesures expérimentales, ici les forces électrostatiques créées par les charges, la répartition spatiale des charges. Une première thèse sur ce sujet a débuté en 2010 où un premier modèle électrostatique 3D basé sur la géométrie réelle de la pointe a été développé sous logiciel Comsol et validé expérimentalement. Actuellement, il permet d'estimer la force électrostatique en fonction du potentiel appliqué à la pointe pour différentes distances pointe/plan. Les différents résultats obtenus ont permis de comprendre l'influence de la géométrie de la pointe, notamment le rayon de courbure de l'apex et l'angle de demi-ouverture, sur l'aspect qualitatif et quantitatif des courbes de force.

Cadre :

- le Laplace, équipe DSF, où la technique AFM et ses modules électrostatiques sont utilisés pour la caractérisation des charges dans les isolants (Ch Villeneuve) et où un premier modèle électrostatique des interactions pointe AFM-diélectrique a été réalisé (F Baudoin - Thèse A Boularas soutenue en Mai 2015),
- l'ICA, équipe Modélisation des Systèmes et Microsystèmes Mécaniques travaille sur la modélisation, la réduction et l'inversion de modèles en environnement déterministe ou aléatoire

Lieu : Université Paul Sabatier, Toulouse

Durée : 3 ans à compter du **1er Septembre 2015** (possibilité de démarrer les travaux entre le 1er septembre et le 1er novembre)

Date limite de candidature : 20 juillet

Salaire : \approx 1680€ brut mensuel soit environ 1370€ net.

Profil du candidat souhaité : Le candidat devrait pouvoir justifier d'une formation dans le domaine EEA (option Automatique et/ou Traitement du Signal) ou dans le domaine des Mathématiques Appliquées. Des connaissances en modélisation numérique (utilisation du logiciel commercial Comsol) seront des atouts supplémentaires pour mener à bien cette thèse.

Ce doctorat s'inscrit dans la thématique de modélisation et caractérisation de répartition de charges dans les milieux diélectriques. La reconnaissance des laboratoires LAPLACE et ICA aux seins desquels se dérouleront ces travaux permettra au candidat de tisser des liens privilégiés avec les acteurs économiques majeurs des milieux industriels et universitaires Midi-Pyrénéens. Ce contexte laisse place à un large éventail des possibilités de recrutement suite au doctorat. Des heures d'enseignements pourront être proposées aux candidats désireux d'acquérir une expérience en enseignement.

¹ <http://www.laplace.univ-tlse.fr/groupe-de-recherche/dielectriques-solides-et-fiabilite/>

² <http://www.institut-clement-ader.org/>