

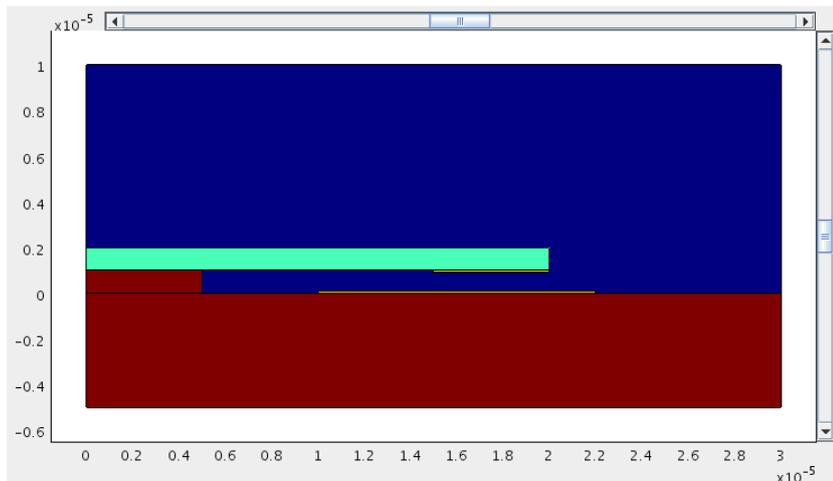
Master M2E2, Micro-systèmes Multiphysiques

TD/TP #3 : couplage électrostatique/mécanique

Vincent Laude

14 octobre 2015

On veut modéliser un actionneur simplifié utilisant la force électrostatique (force de Lorentz) pour faire fléchir une poutre. On suppose que la structure est très longue dans la troisième dimension et on se contente d'une description 2D. Un substrat supporte une poutre usinée dans une couche diélectrique. Le substrat a été gravé pour libérer la poutre à une extrémité. Une couche mince métallique a été déposée sous la poutre et est portée au potentiel V . Une autre couche mince métallique est en regard sur le substrat et est mise à la masse. Les métaux sont supposés parfaitement conducteurs.



1 Création du modèle

1. Ouvrir Comsol 3.5, choisir "2D", cliquer sur "Multiphysics". Ajouter les modes "Electrostatics" et "Structural mechanics/Plane strain".
2. Dessiner la structure ci-dessus. Les couches minces métalliques (électrodes) ont une épaisseur de 100 nm. Les autres dimensions peuvent être relevées sur la figure.

2 Résolution électrostatique

1. Passer en mode “Electrostatics”. Prendre $\epsilon_r = 10$ pour le substrat, $\epsilon_r = 5$ pour la poutre.
2. Fixer toutes les conditions aux limites électrostatiques (avec $V = 1$ volt).
3. Résoudre avec le maillage par défaut. Observer la solution. Le champ électrique est-il correctement obtenu ?
4. Résoudre avec maillage adaptatif et comparer avec la solution précédente. Afficher la charge électrique de surface autour des électrodes (ajouter une image dans le compte-rendu). Calculer les charges totales sur chaque électrodes et notez les.

3 Résolution couplée

1. Passer en mode “Plane Strain”. Prendre $E = 200$ GPa, $\eta = 0.3$, $\rho = 4000$ kg/m³ pour le substrat ; $E = 100$ GPa, $\eta = 0.25$, $\rho = 2500$ kg/m³ pour la poutre ; $E = 150$ GPa, $\eta = 0.33$, $\rho = 7000$ kg/m³ pour le métal. Désactiver la région “air” dans ce mode.
2. Fixer les conditions aux limites : libres partout sauf le fond du substrat qui est bloqué.
3. Attention : décocher l’option “Adaptive mesh refinement”. Résoudre le problème couplé. Afficher la déformation de la poutre. Combien de déplacement obtient t’on au maximum ?
4. Même question pour $V = 100$ volt, puis $V = 300$ volt (ajouter une image dans le compte-rendu). Quelle est la loi de variation de la déformation avec la tension appliquée ?
5. Même question pour $V = 600$ volt. Est-ce bien raisonnable ? Conclure sur ce modèle : quelles sont ces limites ?