

PROPOSITIONS DE STAGE RECHERCHE 2009 pour des étudiants de 2^{ème} année Master ou de dernière année d'école d'ingénieurs

Durée minimale du stage : 3 mois

Période : courant 2009

Titre: Analyse de non-linéarités dans les CMUTs

Responsable de l'encadrement du stagiaire :

Joseph LARDIES joseph.lardies@univ-fcomte.fr ; tél : 03 81 66 60 57

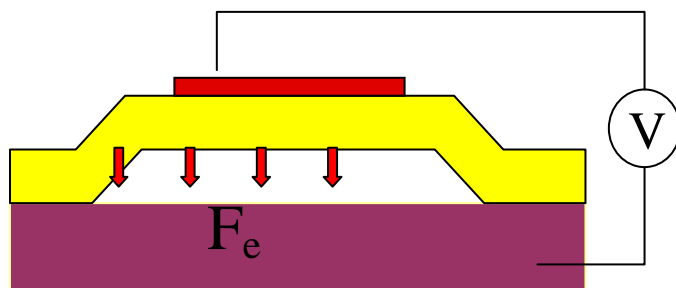
Description détaillée du sujet :

I- Présentation des CMUT et leurs applications

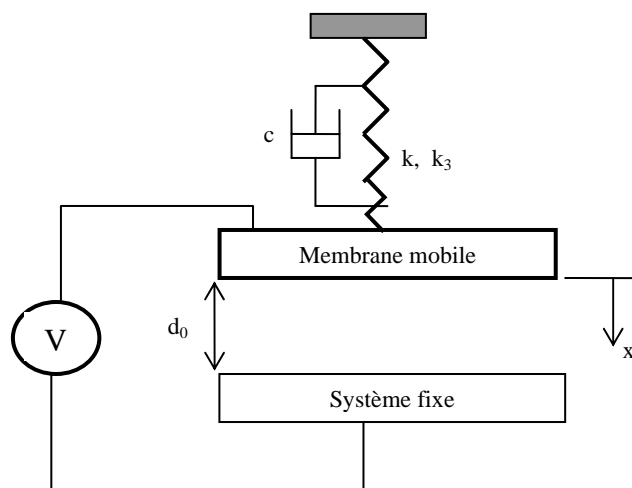
Un CMUT (Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducers) est un microsystème ultrasonore capacitif formé d'une membrane et de deux électrodes, l'ensemble formant un condensateur et la technologie des CMUTs est une alternative à la piézoélectricité lors de la conception de réseaux de transducteurs ultrasonores. Elle permet d'obtenir des systèmes à largeur de bande importante, une meilleure adaptation acoustique et une flexibilité de conception en utilisant la technologie des MEMS. Les applications les plus courantes des CMUTs concernent les sondes d'échographie médicale fournissant des images haute résolution, les prothèses auditives miniatures, les appareils de communication sans fil, les transducteurs utilisés lors de la surveillance de structures ...

II- Description d'un CMUT et présentation du sujet

Dans un CMUT on distingue une cavité recouverte par une membrane. Une électrode en aluminium recouvre partiellement la membrane et le fond de la cavité est en contact avec une autre électrode. Lorsqu'une tension V est appliquée entre les deux électrodes, la membrane est soumise à une force électrique et se déforme.



Principe du CMUT



Modèle mécanique

PROPOSITIONS DE STAGE RECHERCHE 2009 pour des étudiants de 2^{ème} année Master ou de dernière année d'école d'ingénieurs

1^{ère} modélisation du CMUT

Un CMUT peut être modélisé par une approche analytique de type 1D masse-ressort. Cette approche conduit à l'équation différentielle du mouvement de la membrane :

$$m \ddot{x} = F_V(x) + F_R(x) + F_E(x)$$

avec $F_V(x) = -c \dot{x}$; $F_R(x) = -k x - k_3 x^3$; $F_E(x) = \frac{V^2 \varepsilon_0 A}{2 (d_0 - x)^2}$ force

électrostatique, avec A surface de la membrane et ε_0 permittivité du milieu.

Il s'agira dans un premier temps de résoudre par des méthodes numériques cette équation différentielle non-linéaire et de déterminer le déplacement x de la membrane au cours du temps, pour diverses valeurs de la tension. Dans un deuxième temps on introduira la force de pression du fluide (air ou eau) se trouvant entre l'armature fixe et la membrane et on se ramènera à une autre équation différentielle à résoudre numériquement

2^{ème} modélisation du CMUT

Un CMUT peut être modélisé par une approche analytique de type 2D conduisant à l'équation des plaques d'Euler-Bernoulli. Cette approche nous fournit l'équation différentielle suivante :

$$EI \frac{\partial^4 g(y,t)}{\partial y^4} - N \frac{\partial^2 g(y,t)}{\partial y^2} + \rho A \frac{\partial^2 g(y,t)}{\partial t^2} + \frac{\varepsilon b V^2}{2 g(y,t)^2} = 0$$

Avec g(y,t) le déplacement relatif de la membrane son déplacement absolu étant : $w(y,t) = d_0 - g(y,t)$ avec les conditions aux limites : $w(y,t)=0$ et $\frac{\partial w(y,t)}{\partial y} = 0$ pour $y=0$ et $y=L$

et les conditions initiales :

$$w(y,t) = 0 \text{ et } \frac{\partial w(y,t)}{\partial t} = 0 \text{ pour } t=0$$

d_0 est une constante ainsi que les autres paramètres E,I,N,b....

Il s'agira de résoudre par des méthodes numériques cette équation différentielle et de déterminer le déplacement g(y,t) de la membrane au cours du temps, pour diverses valeurs de la tension V.

A partir des deux modélisations on se propose de comprendre le comportement dynamique de la membrane et d'identifier le phénomène du collapse : déterminer la tension à partir de laquelle la force électrique devient tellement importante que la membrane se colle à l'électrode inférieure. Cette connaissance aidera à la conception et à l'amélioration des CMUTs.

Compétences souhaitées : Dynamique des structures, connaissance de MATLAB

Rémunération : Non

Poursuite en thèse : Oui, si financement.

Procédure de candidature : Contactez joseph.lardies@univ-fcomte.fr, transmettre un CV