



Centre de Nanosciences et de Nanotechnologie

Soutenance de thèse

Lundi 24 septembre 2018

14 h – C2N Site de Orsay, Salle 44

Bogdan VYSOTSKYI

Récupérateur d'énergie vibratoire MEMS électrostatique à large bande pour applications biomédicales

Composition du jury :

M. Fabien PARRAIN, Université Paris-Sud, Directeur de thèse

M. Jean-Claude GOLINVAL, Université de Liège, Rapporteur

M. Philippe BASSET, ESIEE, Rapporteur

M. Denis AUBRY, CentraleSupélec, CoDirecteur de these

M. Adrien BADEL, Université Savoie Mont Blanc, Examineur

M. Dimitri GALAYKO, Université Pierre et Marie Curie, Examineur

M. Jérôme JUILLARD, CentraleSupélec, Examineur

M. Philippe GAUCHER, CentraleSupélec, Invité

M. Elie LEFEUVRE, Université Paris-Sud Invité

Abstract:

Ce travail de recherche porte sur le développement et la mise au point d'un récupérateur d'énergie vibratoire MEMS à transduction capacitive dédié aux applications biomédicales et plus particulièrement aux stimulateurs cardiaques sans sonde autonomes. Cette application impose une miniaturisation poussée (volume inférieur à 1 cm³), une puissance de sortie dans la gamme allant de 1 à 10 μ W et une compatibilité vis-à-vis des systèmes d'Imagerie à Résonance Magnétique (IRM). Ces contraintes ainsi que l'effet de la gravité ont été pris en compte sur tout le flot de conception afin d'obtenir un dispositif innovant en technologie MEMS silicium capable de fournir une puissance de sortie suffisante quelle que soit son orientation une fois implanté. Afin de convertir efficacement les battements cardiaques ayant un spectre étendu (de 1 à 50 Hz) pour une amplitude d'accélération faible (inférieure à 1 g), le système emploie des bras de suspension ayant une raideur non-linéaire ce qui permet d'étendre notablement la bande passante effective du système. Cette non-linéarité est ici induite de manière originale en faisant en sorte que la forme initiale des bras de suspension soit une combinaison linéaire des modes de déformée propre d'une poutre doublement encastrée. Un soin particulier a été apporté afin de modéliser ceci dans le but de prédire la réponse mécanique du système quels que soient les stimuli imposés. Afin de réaliser les différents dispositifs de test, une technologie MEMS de type SOG (Silicon-On-Glass) a été développée. Cette technologie permet d'obtenir des structures en silicium monocristallin avec un fort rapport d'aspect tout en limitant le budget thermique et se montre donc compatible avec une éventuelle industrialisation. Ceci a été prouvé via la réalisation de multiples véhicules de test qui se sont montrés totalement fonctionnels. Ainsi la pertinence des modèles théoriques permettant de prédire le comportement non-linéaire des ressorts employés a été prouvée de manière expérimentale. De même, les récupérateurs d'énergie réalisés ont été testés en régime harmonique mais également via des stimuli cardiaques et ont montré une large bande passante avec une puissance de sortie équivalente à celle donnée dans l'état de l'art et ce, quelle que soit leur orientation par rapport à la gravité.