

# Circuit de conditionnement intelligent et intégré pour récupération d'énergie vibratoire

## Mots clés :

- **Directeur de thèse** : Dimitri Galayko
- **Co-encadrant(s)** :
- **Unité de recherche** : Laboratoire d'informatique de Paris 6
- **Ecole doctorale** : École Doctorale Informatique, Télécommunications, Électronique de Paris
- **Domaine scientifique principal**: Divers

## Résumé du projet de recherche (Langue 1)

Dans un réseau de capteurs sans fil, les capteurs sont souvent appelés à fonctionner longtemps sans intervention humaine, de façon la plus autonome possible vis à vis de l'alimentation électrique : d'où l'intérêt pour les systèmes permettant de récupérer de l'énergie de l'environnement. Un système de récupération d'énergie vibratoire est composé de 3 blocs : un résonateur mécanique permettant de capturer de l'énergie mécanique de l'environnement, un transducteur électromécanique et l'électronique de conditionnement destinée à assurer le fonctionnement du capteur et à mettre l'énergie en forme appropriée pour alimenter une charge. Ce projet s'intéresse aux systèmes utilisant un transducteur capacitif pour la conversion électromécanique. Cette capacité est réalisée dans une technologie de micro-usinage de silicium (MEMS). Ici, le principe de récupération d'énergie est basé sur le fait qu'à charge  $q$  constante, l'énergie  $W$  nécessaire pour charger une capacité  $C$  est plus grande pour une valeur de la capacité plus petite ( $W=q^2/(2C)$ ). De même, l'énergie qui se libère lorsqu'une capacité se décharge est inversement proportionnelle à la valeur de la capacité. Ainsi, dans le contexte du système décrit, il est possible de charger la capacité lorsque celle-ci est grande, et de la décharger lorsqu'elle est petite. La différence de l'énergie obtenue dans un tel cycle « charge-décharge » peut être utilisée pour alimenter un circuit électrique faible consommation. Le circuit de transfert de charge dit également « circuit de conditionnement » permet une exploitation de la variation de la capacité du transducteur pour génération de l'énergie électrique. Le travail de thèse portera sur la conception d'un circuit de conditionnement intelligent et intégré sur silicium s'adaptant aux variations des conditions de l'environnement de sorte à garantir une conversion optimale d'énergie. Depuis 2007, le département SOC du LIP6, en coopération avec le laboratoire ESYCOM (ESIEE), participe à ce projet. Notre contribution se situe essentiellement au niveau de la conception et l'étude de l'électronique de conditionnement, dans la modélisation hétérogène du système et dans l'avancement de l'état de connaissance sur les propriétés des systèmes de cette classe. Jusqu'à présent, ces recherches ont été menées sur le circuit de conditionnement basé sur une pompe de charge (proposée dans [1], une description de son fonctionnement est donnée dans [1, 2, 3]), et à une conception de certains blocs de ce circuit en technologie AMS 035 haute tension. L'objectif de la thèse est de concevoir et d'implémenter un circuit de conditionnement intelligent et auto-alimenté en s'appuyant sur les études menées jusqu'à présent au LIP6. La réalisation de cet objectif nécessite les étapes suivantes. 1. Étude théorique du système. Compréhension des facteurs ayant impact sur le rendement énergétique, établissement d'un modèle mathématique du système, étude des phénomènes liés à la non-linéarité. 2. Modélisation hétérogène du système global. Les étapes 1 et 2 s'appuieront sur les résultats de notre étude actuelle. A base des étapes 1 et 2, établissement d'un algorithme optimal pour la commande du switch 3. Conception des blocs de l'architecture conçue en technologie CMOS AMS 035. 4. Fabrication des blocs de l'électronique, assemblage du système complet en coopération avec l'ESIEE. Sur le plan scientifique, la thèse doit enrichir la connaissance théorique sur les propriétés et sur l'optimisation de systèmes de récupération d'énergie avec transducteur capacitif et développer un savoir faire sur l'électronique de contrôle de tels systèmes. Le travail se déroulera en coopération étroite de l'équipe MEMS d'ESYCOM

**Références** [1] Yen et al., « A Variable-Capacitance Vibration-to-Electric Energy Harvester », IEEE TCAS, I, vol.53,2, Feb 2006, p.288-295 [2] D. Galayko, R. Pizarro, P. Basset, A. M. Paracha, G. Amendola, AMS modeling of controlled switch for design optimization of capacitive vibration energy harvester, IEEE BMAS 2007 international conference, september 2007, San José, California, USA [3] D. Galayko, R. Pizarro, P. Basset, A. M. Paracha, G. Amendola, Optimization and AMS modeling of capacitive vibration energy harvester, IEEE PowerMEMS 2007 international conference, November 2007, Freiburg, Germany

**Compétences requises** Conception de circuits et systèmes intégrés, intérêt pour les circuits intégrés analogiques et pour les systèmes multiphysiques, électronique de puissance, modélisation

## Résumé du projet de recherche (Langue 2)

Le principal défi de ce sujet est la conception d'une interface intégrée pour la génération d'énergie avec une capacité variable avec une contrainte d'ultra faible consommation et fonctionnant à haute tension.