

ED SMAER

Sujet de thèses 2013

Laboratoire : Laboratoire d'Electronique et Electromagnétisme – L2E

Etablissement de rattachement : UPMC

Directeur de thèse et section CNU ou CNRS : Zhuoxiang REN , section CNU 63
zhuoxiang.ren@upmc.fr, tél : 01 44 27 48 34

Co-encadrant: Hakeim TALLEB, MCF, section CNU 63.
hakeim.talleb@upmc.fr, tél : 01 44 27 43 10

Titre de la thèse : Etude multiphysique et énergétique d'un micro-système autonome alimenté par un transducteur magnétoélectrique .

Le sujet peut être publié sur le site web de l'ED SMAER : OUI ~~NON~~

Résumé du sujet :

L'autonomie des systèmes de communications sans fils embarqués ainsi que la complexité environnementale qu'ils les entourent nécessitent de plus en plus l'élaboration de techniques de récupération d'énergie afin d'obtenir une consommation énergétique optimisée. Un des transducteurs énergétiques qui semble le plus prometteur est celui qui utilise des couches piézoélectriques ou magnétoélectrique. Cette thèse propose de modéliser les différents blocs énergétiques d'un micro système représenté par un nœud de réseau de capteurs. Cela débutera par la modélisation multiphysique via un code par la méthode des éléments finis d'une micro source d'énergie combinant les effets de la piézoélectricité avec ceux de la magnétostriction, puis s'en suivra la partie stockage d'énergie et le circuit de conditionnement sous la forme d'un macro modèle adapté à un environnement du type PSPICE. Cela se terminera par la gestion et distribution de l'énergie à un module RF destiné à la transmission et à la réception de l'information.

Les résultats de modélisation devront être validés avec ceux issus de la partie expérimentale pour laquelle un banc de mesure complet du système sera mis à disposition.

Sujet

Le contexte :

Actuellement, les technologies « nomades » sans fils génèrent un véritable engouement dans la communauté scientifique, à un tel point que l'on parle désormais de l'Internet des Objets (Internet of Things – IoT en anglais). L'IoT, se base sur l'idée que les objets courants seront localisables et contrôlables via Internet. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire de mettre en place des systèmes embarqués composés de nœuds de réseaux de capteurs autonomes (Wireless Sensor Nodes). Afin de les rendre autonomes (i.e sans pile ni batterie), leur alimentation doit se faire grâce à des techniques de récupération d'énergie. Parmi les solutions les plus proposées et étudiées, on trouve principale des technologies se basant sur les énergies issues de micro vibrations ou déformations mécaniques via des couches du type piézoélectrique ou sur les énergies électromagnétiques via des effets inductifs. Une autre solution envisageable serait de récupérer simultanément ces deux énergies à l'aide d'une déformation mécanique de couches piézoélectriques imposée par un champ électromagnétique excitateur. Pour cela, il est nécessaire de concevoir des matériaux composites dits « magnétoélectriques » à base de couches piézoélectriques et magnétostrictifs superposées et pour lesquels leur mode de fonctionnement est le suivant : sous l'effet d'un champ magnétique excitateur, les couches magnétostrictifs engendrent des striction au niveau d'une couche piézoélectrique (de part la superposition) ce qui implique une tension électrique à ses bornes. Ainsi, les deux types d'énergie (mécanique et électromagnétique) sont récupérables. L'étude de ces matériaux composites nécessite de prendre en compte tous les phénomènes physiques mis en jeu lors des différents couplages (mécanique / électrique) et plus particulièrement les effets de non linéarité issus de la polarisabilité électrique, de la saturation magnétique et des striction mécaniques lors des différents couplages (magnétique / mécanique / électrique). L'efficacité de l'ensemble est conditionnée par l'élaboration d'un circuit électrique de conditionnement afin de récupérer, de stocker et de distribuer cette énergie d'une manière optimale.

Les objectifs :

C'est dans ce contexte que le laboratoire d'Electronique et Electromagnétisme (L2E) propose un sujet de thèse sur l'élaboration d'un nœud de réseaux contenant une source d'énergie issue d'un matériau magnétoélectrique excité par un champ électromagnétique ou par une vibration mécanique, un bloc permettant le stockage d'énergie et la gestion d'un module RF de transmission et d'émission pour communiquer à distance.

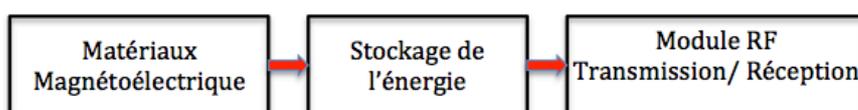


Figure 1 : Principe de fonctionnement d'un nœud de réseaux

Les résultats attendus :

La ou le doctorant devra dans un premier temps aborder la partie « Récupération » en élaborant à l'aide d'un code rigoureux en éléments finis, que développe le L2E, un design optimisé (dimension, choix des matériaux, nombre de couches, etc..) d'une structure magnétoélectrique.

Puis dans un deuxième temps, elle ou il devra aborder la partie « Stockage » en élaborant des modèles analytiques basés sur des circuits électriques équivalents (à l'aide d'éléments extraits des résultats précédent) afin de proposer un modèle « macroscopique » compact à paramètres localisés pour s'intégrer dans un environnement de simulation compatible avec la modélisation de circuits électrique (VHDL-AMS, VerilogA, Spice, etc.). Cela permettra de proposer un design de circuit intégré dans lequel la régulation d'énergie est optimisée. Enfin dans un dernier temps, elle ou il devra aborder la partie « Gestion et distribution » destiné à activer un système d'émission et de transmission RF à distance.

Ces travaux de recherche enrichiront et renforceront les axes de recherche « Personnes et Systèmes communicants (P-Sys) » et « Micro et Nanoélectronique (MINA) » du L2E, sur l'autonomie de systèmes embarqués et dans la récupération d'énergie de micro et nano systèmes et entre également dans la stratégie du LABEX SMART.

Compétences demandées :

Bonne base en physique , en électronique et électromagnétisme et bonnes connaissances en méthodes numériques.

Connaissance du C et/ou C++ et Matlab.