



Sujet : Rectenna (rectifier+antenna) pour la récupération d'énergie RF en technologie plastronique

Financement : contrat ANR AMBRE, labellisé par le pôle Polymeris

Collaboration : laboratoire AMPERE-INSA Lyon, laboratoire LGEF-INSA Lyon, Laboratoire IMP-INSA Lyon, société Clayens

Lieu : laboratoire G2eLab (site GreEn-ER et site plateforme PHELINE)

Contexte :

L'internet des objets communicants ou *Internet of Thing* (IoT) arrivera à maturité dans une dizaine d'années et touchera tous les domaines. La pile et l'antenne représentent plus de 60% du volume et 80% de la masse de ces objets et engendrent de nombreux problèmes environnementaux (déchets, etc.). Pour satisfaire aux nécessités de réduction de l'empreinte environnementale (matières premières, CO₂, recyclabilité), il est possible d'utiliser de nouveaux matériaux tels que des « polycarbonates » (PC) recyclés, ou des polymères à base « d'acide polylactique » (PLA) biosourcés et biodégradables en compost industriel.

L'objectif du travail est d'élaborer des couples « redresseur + antenne » aussi appelés « rectenna » (contraction de *rectifier* + *antenna*). Ces fonctions rectennas sont nécessaires pour récupérer d'énergie électromagnétique ambiante et ainsi suppléer la source d'alimentation des IoT augmentant leur durée de vie. Dans le cadre de cette étude les rectennas seront réalisées sur des supports polymères 3D plus respectueux de l'environnement (PLA biosourcé, PC recyclé) à partir de technologies issues de la plastronique. De plus ce dispositif devra être capable d'intégrer une antenne performante et un circuit de conversion RF-DC efficace mais également un dispositif de stockage d'énergie électrique (en continu). La finalité étant l'apport d'un complément d'énergie électrique DC issue « l'énergie électromagnétique » (EM) ambiante, pour alimenter in fine un capteur électronique (type IoT) sans fil.

Travail :

Le travail peut être décomposé en quatre partie.

La première est l'étude bibliographique qui sera menée afin de faire un bilan sur l'état de l'art actuel concernant les structures antennaires multi-bandes et sur celles utilisées sur supports non conventionnels ainsi que sur les dernières innovations des rectennas.

Dans un deuxième temps la caractérisation du PLA en basses fréquences pour le stockage et hautes fréquences pour les antennes sera à réaliser. Les caractéristiques obtenues seront utilisées dans les outils de simulation pour la conception. Des condensateurs de stockage seront réalisés en utilisant le matériau support.

La conception de structures antennaires devant fonctionner sur plusieurs bandes de fréquences sera l'objet de la troisième partie. Ces structures devront prendre en compte la polarisation qui pourra être variable, la directivité qui sera fonction des applications et le matériau support le PLA.



Enfin l'analyse du circuit électronique qui servira à récupérer l'énergie et dont plusieurs versions ont déjà été conçues, devra être pris en compte dans la conception des structures afin d'optimiser le transfert de puissance. L'ensemble de ces structures seront ensuite réalisées sur du PLA, en utilisant les technologies développées au laboratoire AMPERE pour réaliser un démonstrateur.

Compétences et niveau

Le candidat devra avoir un Master dans le domaine des radiofréquences : ondes électromagnétiques, antennes, composants électroniques (diodes, condensateurs...), connaissance des outils de simulation de circuits électronique et antennes (ADS, CST ou HFSS) ainsi que la maîtrise des techniques de mesures hyperfréquences et antennaire (analyseurs de spectre, analyseur vectoriel de réseau, chambre anéchoïque).

Contact : Philippe BENECH (philippe.benech@univ-grenoble-alpes.fr)

Jean-Marc DUCHAMP (jean-marc.duchamp@univ-grenoble-alpes.fr)



Subject: Rectenna (rectifier+antenna) for RF energy recovery in plastronics technology

Funding: ANR AMBRE contract, labeled by the Polymeris cluster

Collaboration: AMPERE-INSA Lyon laboratory, LGEF-INSA Lyon laboratory, IMP-INSA Lyon, Clayens company

Location: G2eLab laboratory (GreEn-ER site and PHELINE platform site)

Context:

The Internet of Things (IoT) will reach maturity in about ten years and will affect all areas. The battery and antenna represent more than 60% of the volume and 80% of the mass of these objects and generate numerous environmental problems (waste, etc.). To meet the need to reduce the environmental footprint (raw materials, CO₂, recyclability), it is possible to use new materials such as recycled "polycarbonates" (PC) or "polylactic acid" (PLA) based polymers that are bio-sourced and biodegradable in industrial compost.

The objective of the work is to develop "rectifier + antenna" pairs, also known as "rectenna" (contraction of rectifier + antenna). These rectenna functions are necessary to recover ambient electromagnetic energy and thus supplement the power source of IoTs, increasing their life span. Within the framework of this study, the rectennas will be made on more environmentally friendly 3D polymer supports (bio-sourced PLA, recycled PC) using technologies derived from plastronics. In addition, this device will have to be capable of integrating a high-performance antenna and an efficient RF-DC conversion circuit, as well as an electrical energy storage device (continuous). The aim is to provide additional DC electrical energy from the ambient "electromagnetic energy" (EM) to ultimately power a wireless electronic sensor (IoT type).

Work:

The work can be broken down into four parts.

The first is the bibliographical study which will be carried out in order to assess the current state of the art concerning multi-band antenna structures and those used on non-conventional supports, as well as the latest innovations of rectennas.



In a second phase, the characterisation of PLA at low frequencies for storage and high frequencies for antennas will be carried out. The characteristics obtained will be used in the simulation tools for design. Storage capacitors will be made using the support material.

The design of antenna structures to operate in several frequency bands will be the subject of the third part. These structures will have to take into account the polarisation, which may be variable, the directivity, which will depend on the applications, and the support material, PLA.

Finally, the analysis of the electronic circuit which will be used to recover the energy and of which several versions have already been designed, will have to be taken into account in the design of the structures in order to optimise the power transfer. All of these structures will then be produced on PLA, using the technologies developed in the AMPERE laboratory to produce a demonstrator.

Skills and level:

The candidate must have a Master's degree in the field of radio frequencies: electromagnetic waves, antennas, electronic components (diodes, capacitors, etc.), knowledge of electronic circuit and antenna simulation tools (ADS, CST or HFSS) as well as mastery of microwave and antenna measurement techniques (spectrum analyzers, vector network analyzers, anechoic chamber).

Contact: Philippe BENECH (philippe.benech@univ-grenoble-alpes.fr)

Jean-Marc DUCHAMP (jean-marc.duchamp@univ-grenoble-alpes.fr)