

Tag Augmenté Récupérateur d'Énergie des Harmoniques pour Alimentation Autonome d'un Capteur de Température

Dahmane Allane*,**, Gianfranco Andia Vera**,Yvan Duroc ***, Rachida Touhami*, Smail Tedjini **

*Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Babezzouar, Algérie,
{dahmane.allane}@lcis.grenoble-inp.fr; {rachida.touhami}@gmail.com.

**Laboratoire de Conception et d'Intégration des Systèmes (LCIS), Grenoble INP, Valence, France,
{gianfranco.andia-vera}@lcis.grenoble-inp.fr;{smail.tedjini}@lcis.grenoble-inp.fr).

***Laboratoire AMPERE, Université de Lyon, Villeurbanne, France, {yvan.duroc}@univ-lyon1.fr.

Mots clés: RFID, récupération d'énergie, tags capteurs, non-linéarités.

Introduction

La technologie RFID (radiofréquence par identification) est en constante et rapide évolution ; elle permet ainsi d'envisager de nouvelles applications, en particulier dans le domaine des dispositifs sans fil et des capteurs sans batteries [1]. Cette évolution et même révolution de la technologie RFID est notamment entraîné par le concept de l'Internet des Objets (IoT) qui vise à connecter des milliards d'objets intelligents, identifiables à tout moment et à n'importe quel endroit [2].

Dans ce contexte, beaucoup de travaux aujourd'hui portent sur la conception d'une nouvelle classe de tags RFID passifs fournissant plus que l'identification, en intégrant aussi une fonctionnalité de capteur [3]. Il existe deux principaux types d'implémentation : soit la fonction capteur est intégrée directement au sein même du tag en utilisant la puce ou l'antenne comme transducteur ; soit le tag intègre des circuits supplémentaires dédiés pour effectuer la fonction de capteur, mais cela implique alors une consommation d'énergie supplémentaire [4]. Dans ce second cas, la difficulté réside dans l'approvisionnement en énergie du capteur intégré à l'aide du circuit rectifieur du tag, impliquant alors une certaine perte de performances du tag [5]. Une alternative est l'ajout d'un dispositif de récupération d'énergie additionnel adapté à des sources externes solaires, thermiques, chimiques, cinétiques, ou électromagnétiques.

Dans cette communication, nous introduisons un nouveau concept qui permet l'association d'un tag RFID UHF passif avec un capteur commercial, cela sans utiliser de source d'énergie supplémentaire. L'idée repose sur le paradigme introduit récemment concernant l'exploitation possible des harmoniques produites par les puces RFID UHF passives ; notamment la troisième, présentant le niveau de puissance le plus élevé [6]. Dans cette étude, nous proposons et démontrons expérimentalement que l'énergie du signal troisième harmonique, énergie d'habitude perdue et donc gaspillée, peut être récupérée et utilisée pour alimenter un capteur de température externe.

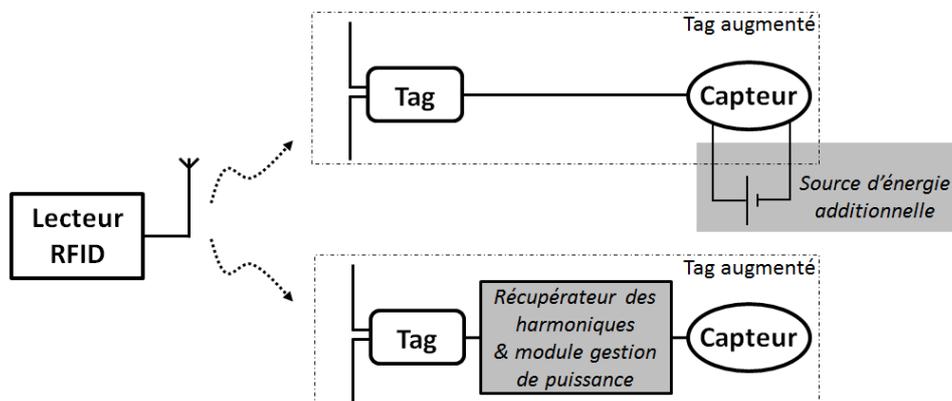


Figure 1. Approches pour alimenter le tag associé au capteur pour concevoir un tag-capteur : utilisation d'une source d'énergie additionnelle vs. système récupérateur d'énergie des harmoniques.

1. Système récupérateur d'énergie harmonique

La figure 1 illustre un tag-capteur, dit tag augmenté, basé sur l'utilisation d'un capteur associé au tag. L'approche traditionnelle consiste à ajouter une source d'énergie additionnelle externe (pile ou récupération d'énergie comme évoquée) pour alimenter le capteur. L'approche proposée consiste à mettre en œuvre un module récupérateur d'énergie des harmoniques générées par la puce et de l'associer à un module de gestion de puissance permettant de fournir périodiquement suffisamment d'énergie au capteur, module qui est lui-même alimenté par le récupérateur. Ainsi sans aucune autre source d'énergie que celle utilisée pour faire fonctionner le tag, simplement en utilisant une énergie présente mais non utilisée par le tag (c-à-d classiquement gaspillée), il est possible d'alimenter le capteur associé au tag.

Le principe technique de la solution proposée est le suivant. Un réseau d'adaptation à trois ports permet de réaliser une double adaptation : adaptation de l'impédance d'entrée de la puce RFID à 868 MHz à celle de l'antenne du tag (50Ω) ; et adaptation, en même temps, de l'impédance d'entrée de la puce RFID à 2,604 GHz (c'est-à-dire la troisième harmonique $3f_0$) à celle du redresseur microonde optimisé pour la fréquence $3f_0$. La conception de ce réseau d'adaptation repose évidemment sur une caractérisation préalable précise des différents éléments à associer. Le redresseur seul ne permettant pas de fournir suffisamment d'énergie au capteur en permanence, le second étage est constitué d'un module de gestion de puissance qui permet de stocker l'énergie et de la délivrer à des instants réguliers.

2. Résultats de simulation et expérimentaux

Évaluation de la méthode proposée sans module de gestion de la puissance. La figure 2 montre la puissance de récupérée en sortie du récupérateur d'énergie harmonique en fonction de la puissance d'entrée appliquée au tag à la fréquence f_0 : résultats de simulation basés sur un modèle réaliste de la puce RFID (et obtenus avec Advanced Design System (ADS) de Keysight), et résultats expérimentaux à partir d'une puce du commerce (EM4325) sont comparés. Il faut noter que ces résultats caractérisent la seule contribution des signaux $3f_0$ pour fournir une puissance continue. De plus, la différence observée entre résultats de simulation (modèle simplifié de la puce) et de mesures (puce RFID du commerce) est liée au fait que si le modèle conçu reproduit les mêmes impédances que celles de la puce réelle aux fréquences f_0 et $3f_0$, il ne reproduit pas exactement le même comportement non linéaire (c-à-d niveau de puissance des harmoniques générés à $3f_0$ différent).

Application. La figure 3 montre le lien radio entre lecteur RFID et tag augmenté. Le capteur de température PSG03551 (Fig. 3c) est alimenté via la méthode proposée en utilisant un réseau d'adaptation à trois ports (Fig. 3a) et un module de gestion de puissance BQ25504EVM-674 (Fig. 3b). Dans cette configuration, l'expérience a montré qu'avec une puissance de 35 dBm délivrée par le lecteur RFID, le capteur était opérationnel jusqu'à une distance de 80 cm ; ceci en consommant 60 μ W en mode mesure, toutes les 10 s.

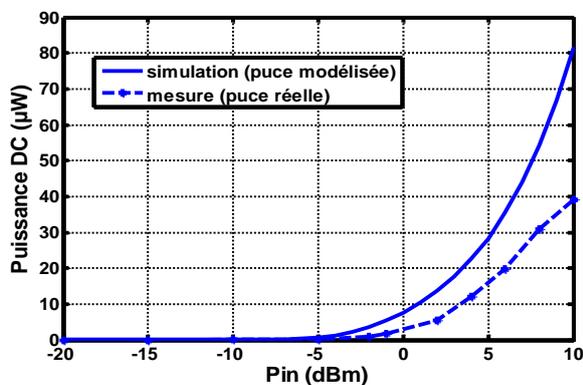


Figure 2. Puissance de récupérée en sortie du récupérateur d'énergie harmonique $3f_0$: simulation (avec puce modélisée) et mesure (avec puce réelle du commerce).

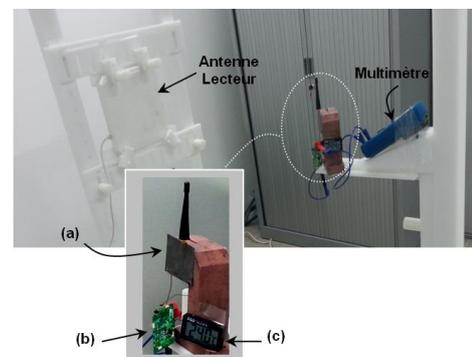


Figure 3. Démonstration expérimentale de l'alimentation d'un capteur de température en exploitant seulement les signaux harmoniques délivrés par la puce RFID.

3. Conclusion

Ce papier présente un nouveau concept basé sur la récupération d'énergie des signaux harmoniques générés par les puces RFID UHF passives. L'approche consiste à exploiter le signal 3^{ème} harmonique généré par une puce RFID UHF passive traditionnelle comme source de puissance supplémentaire, permettant seule d'alimenter un capteur commercial associé au tag.

Citations

- [1] A. Rida, L. Yang, M. Tentzeris, "RFID-enabled sensor design and applications," Norwood, MA, USA: Artech House, 2010.
- [2] Internet of Things in 2020 - a road map for the future, <http://www.smartsystems-integration.org/>, September 2008.
- [3] B.S. Cook, R. Vyas, S. Kim, T.Thai, T. Le, A. Traille, H. Aubert, M.M. Tentzeris, "RFID-based sensors for zero-power autonomous wireless sensor networks," IEEE Sensors Journal, vol. 14, no. 8, pp. 2431-2419, August 2014.
- [4] C. Occhiuzzi, G. Marrocco, "Constrained-design of passive RFID sensor antennas," IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 61, no. 6, pp. 2972-2980, June 2013.

- [5] Farsens. EPC C1G1 Compliant UHF RFID tag with power harvesting and SPI communication - ANDY100, datasheet [Online]. Available: <http://www.farsens.com/en/products/andy100>.
- [6] G. Andia Vera, Y. Duroc, S. Tedjini, "Third harmonic exploitation in passive UHF RFID," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 63, no. 9, pp. 2991-3004, September 2015.