



ÉNERGIE ET RADIOSCIENCES

Intégration Optimisée d'un Récupérateur d'Énergie Additionnel dans un tag RFID UHF passif

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 passifs UHF, non-linéarités.

Introduction

Avec 50 billion d'objets connectés attendus pour 2020, l'émergence de l'Internet des Objets donne à la technologie RFID (Radio Frequency Identification), connue principalement pour ses applications dans les domaines de la traçabilité, la logistique et la sécurité, de nouvelles perspectives très prometteuses [1], [2]. En particulier la RFID UHF (Ultra Hautes Fréquences), forte de ses avantages (technologie éprouvée et standardisée, sans fil et passive) évolue rapidement avec des tags qui intègrent de nouvelles fonctionnalités, en plus toujours de l'identification, devenant des tags à fonctionnalités augmentées : tags-capteurs (température, humidité, gaz, déformation, mouvement, etc.) jusqu'à tags intelligents capables de s'adapter à leur environnement. Toutefois ces nouvelles capacités engendrent des besoins plus importants en énergie pour conserver le caractère passif des tags. En effet, si la fonction de capture d'informations peut être assurée directement par le tag (antenne ou puce exploitée alors comme transducteur), le tag peut aussi intégrer un capteur spécifique imposant un besoin additionnel en énergie.

Dans ce contexte, des travaux ont montré qu'il était possible d'exploiter des sources d'énergie « vertes » (telles que solaire, thermique ou mécanique). L'étude proposée se focalise sur les sources d'énergie électromagnétique (EM) ambiantes dans le sens où elles sont soit déjà présentes dans l'environnement des tags ou soit en leur sein mais alors inexploitées. Le concept étudié consiste à associer à un tag RFID traditionnel (du commerce) un circuit récupérateur d'énergie EM adapté à deux sources RF de fréquence proche : l'une est l'harmonique de rang 3 produite par les non-linéarités de la puce elle-même (signal et énergie liée généralement non exploités et perdus) et la seconde est une source provenant d'un autre service sans fil tel que le Wi-Fi qui est aujourd'hui omniprésent ; la combinaison des signaux améliorant l'efficacité de conversion RF à dc du rectifieur [3], [4]. Le choix de l'harmonique de rang 3 est justifié car il s'agit de l'harmonique dominante générée par les puces commerciales [5].

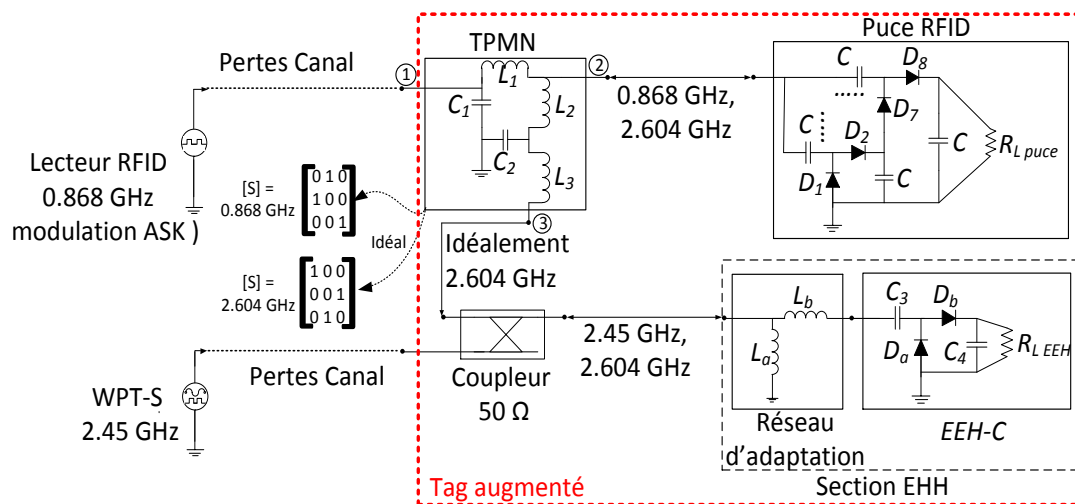


Figure 1. Système RFID récupérateur d'énergie multi-sources.

1. Système récupérateur d'énergie multi-sources

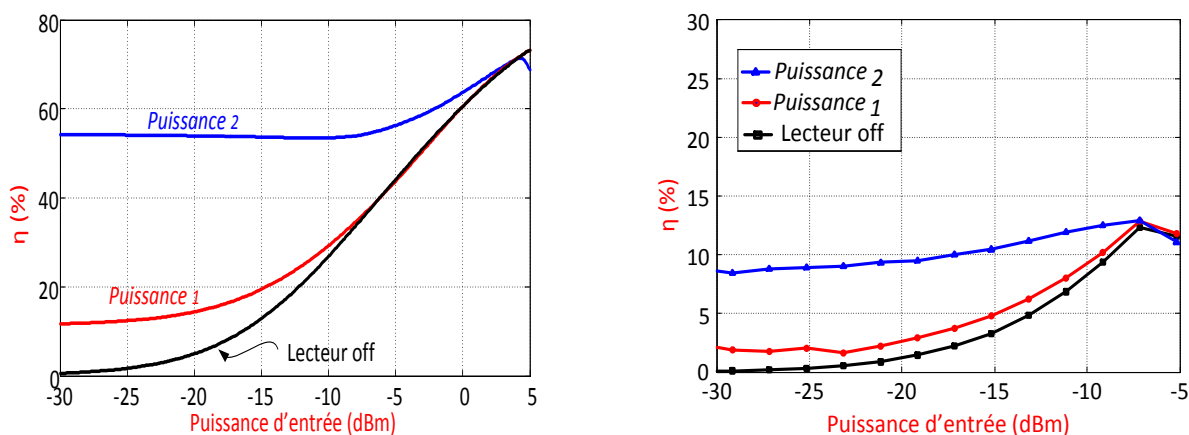
Le système proposé (Figure 1) est composé de deux parties : une partie RFID composée classiquement d'une puce RFID UHF passive et d'un lecteur RFID fonctionnant à 868 MHz (standard européen) ; et une partie de récupération d'énergie électromagnétique (notée section EEH, EM Energy Harvesting) composée d'un rectifieur microonde centré à 2,45 GHz et d'une source de puissance à 2,45 GHz. Les deux sections sont interconnectées grâce à un réseau d'adaptation à 3 ports (noté TPMN, Three-Port Matching Network) qui permet à la fois d'adapter l'impédance capacitive de la puce à l'impédance de l'antenne (50Ω) à 868 MHz et d'adapter l'impédance du coupleur (50Ω) à 2,604 GHz ($= 3 \times 868$ MHz, notée $3f_{chip}$). Le coupleur directionnel (50Ω) est utilisé afin de combiner le signal $3f_{chip}$ avec le signal de la source à 2,45 GHz à l'entrée du rectifieur.

L'ensemble {puce RFID, TPMN, coupleur, section EEH} constitue un tag dit « augmenté », c'est-à-dire un tag qui fonctionne classiquement (partie RFID) tout en permettant d'alimenter une charge externe, tel un capteur.

2. Conception du système et évaluation des performances

Les simulations ont été effectuées avec le logiciel Advanced Design System (ADS) de Keysight en considérant un modèle réaliste de la puce RFID, incluant éventuellement le comportement non linéaire afin d'évaluer son impact. Le fonctionnement normal de la puce étant assuré, le système global est conçu afin d'optimiser l'efficacité de conversion en puissance RF-to-dc (η) (définie comme le rapport entre la puissance dc en sortie et la puissance RF disponible en entrée) du circuit récupérateur d'énergie de la section EEH (noté EEH-C). Les résultats de simulation (Figure 2a) montrent une amélioration de η en fonctionnement coopératif. Par exemple, la source à 2,45 GHz fournissant -30 dBm, η passe de 1 % quand le lecteur RFID est éteint, à 56 % quand le lecteur transmet la puissance 2 (égale à 5 dBm ; à noter la puissance 1 vaut -9 dBm). Les courbes soulignent également l'effet du comportement non linéaire de la puce.

Pour les tests expérimentaux, le système intègre une puce RFID du commerce. Les résultats (Figure 2b) démontrent également une meilleure efficacité en fonctionnement coopératif avec une amélioration de η de 8 % quand le lecteur passe d'un fonctionnement éteint à une puissance transmise de 5 dBm sous -30 dBm à 2,45 GHz.



(a) Résultats de simulation (la puce étant modélisée)

(b) Résultats de mesure (avec puce réelle)

Figure 2. Efficacité de conversion en puissance du circuit EEH-C en fonction de la puissance d'entrée à 2,45 GHz.

3. Conclusion

Ce papier présente un nouveau type de tag passif UHF RFID dit tag augmenté car il permet, tout en assurant un lien RFID classique, d'alimenter une charge additionnelle comme un capteur. Le concept est basé sur l'exploitation de deux phénomènes : le premier exploite les non-linéarités des puces RFID qui génèrent un signal $3^{\text{ème}}$ harmonique exploité ici comme source d'énergie ; le second est relatif à l'optimisation de l'efficacité de conversion en puissance des circuits rectifieurs liée à la forme d'onde du signal appliqué. Les résultats obtenus (en simulation et en mesure) démontrent ces deux phénomènes, et aussi la pertinence de l'approche proposée notamment quand le niveau de puissance de la source externe (à 2,45 GHz) est faible.

Citations

- [1] G. Marrocco, "Pervasive electromagnetics : sensing paradigms by passive rfid technology," in IEEE Wireless Communication, Vol. 17, no. 6, pp. 10-17, Dec. 2010.
- [2] L. Yan, Y. Zhang, L. Yang, H. Ning, "The Internet of Things: from RFID to the next-generation pervasive networked systems," Wireless Networks and Mobile Communications. Boca Raton, FL, USA, CRC Press, 2008.
- [3] J.A. Hagerty, F.B. Helmbrecht, W.H. McCalpin, R. Zane, Z.B. Popovic, "Recycling ambient microwave energy with broad-band rectenna arrays," IEEE Transactions Microwave Theory Techniques, 52(3), pp. 1014-1024, Mar. 2004.
- [4] M.S. Trotter, J.D. Griffin, G.D. Durgin, "Power-optimized waveforms for improving the range and reliability of RFID systems," in Proc. IEEE International Conference on RFID, April 27-28, 2009, pp. 80-87.
- [5] G. Andia Vera, Y. Duroc, S. Tedjini, "Analysis of harmonics in UHF RFID signal," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 61(6), pp. 2481-2490, June 2013.