

Identification sans fil de fantômes de petits animaux intégrant un tag RFID UHF implanté miniature

van Hieu Nguyen, Aliou Diallo, Philippe Le Thuc, Robert Staraj, Stéphane Lanteri, Georges F. Carle

► To cite this version:

van Hieu Nguyen, Aliou Diallo, Philippe Le Thuc, Robert Staraj, Stéphane Lanteri, et al.. Identification sans fil de fantômes de petits animaux intégrant un tag RFID UHF implanté miniature. Assemblée générale GDR ONDES “Interférences d’Ondes”, Oct 2017, Sophia-Antipolis, France. pp.2, 2017. hal-01668669

HAL Id: hal-01668669

<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01668669>

Submitted on 20 Dec 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Identification sans fil de fantômes de petits animaux intégrant un tag RFID UHF implanté miniature

V.H. Nguyen¹, A. Diallo¹, P. Le Thuc¹, R. Staraj¹, S. Lanteri², G.F. Carle³

¹ : Université Côte d’Azur, CNRS, LEAT, France

² : INRIA, Sophia Antipolis-Méditerranée, 2004 Route des Lucioles, BP 93, 06902 Sophia Antipolis

³ : Université Côte d’Azur, CEA, BIAM, TIRO-MATOs, 28, avenue de Valombrose, 06107, Nice Cedex 2

Email : vhnuyen@unice.fr

Résumé

Dans ce papier, la conception d’une antenne miniature implantée dans un petit modèle de fantôme représentant une souris et fonctionnant dans la bande RFID UHF européenne est présentée. Le RSSI, qui est l’indicateur de l’intensité du signal reçu par l’antenne du lecteur est mesuré pour différentes positions du modèle de fantôme dans une cage. Les résultats montrent que l’antenne proposée peut permettre l’identification du petit animal quelle que soit sa position dans la cage.

1. Introduction

Récemment, de nombreuses études se sont concentrées sur la conception d’antennes implantables dans la bande MICS (Medical Implant Communication Service) allant de 402 à 405 MHz dédiée aux dispositifs médicaux implantés dans le corps humain ou animal [1], [2]. Cependant, à ces fréquences, la taille des antennes peut être un inconvénient réel dans le cas de petits animaux. Par contre, l’utilisation de la technologie RFID (Radio Frequency IDentification) dans la bande UHF à 868 MHz présente un double avantage : elle facilite l’implantation de l’étiquette et ne nécessite pas l’ajout d’une batterie pour alimenter le périphérique implanté [3]. Cependant, la principale difficulté dans la conception d’antennes pour les dispositifs de communication bio-implantables est de fournir une structure rayonnante efficace et ce malgré les contraintes de volume et le fort impact des tissus qui entourent l’antenne implantée sur ses performances en termes de rayonnement et d’efficacité [4].

Dans ce travail, une nouvelle antenne pour étiquette a été conçue et mesurée dans le cas d’applications d’identification de petits animaux. Dans un premier temps, nous présentons l’antenne proposée et son optimisation par différentes techniques pour atteindre le design final. Ensuite, les valeurs du RSSI du système complet implanté dans le modèle fantôme de la souris sont mesurées et étudiées pour différentes positions dans la cage afin d’évaluer son efficacité pour une communication à distance.

2. Conception de l’antenne implantée du tag RFID UHF

La géométrie de l’antenne est proposée Figure 1. Elle est composée d’un dipôle imprimé sur un substrat de type Duroïd de permittivité $\epsilon_r = 2,2$, de tangente de pertes diélectriques $\tan\delta = 0,0009$ et d’épaisseur $h = 0,127$ mm. Ce dipôle est excité par couplage avec une antenne boucle miniature associée à une puce Impinj Monza® 4 présentant une impédance de $5,5-j74$ Ohms à 868 MHz. Toute la structure (antenne et puce) est protégée par une enveloppe

isolante en silicone qui facilite la transition électromagnétique entre l’élément rayonnant et le corps de l’animal représenté par un modèle équivalent homogène [4]. Ce modèle permet en effet de réduire le temps de calcul pendant la simulation et les phases d’optimisation. Le volume total (Figure 2) est de $\pi \times 13,5^2 \times 70$ mm³, pour un $\epsilon_{req} = 40$, une $\tan \delta_{eq} = 0,39$ et un $\sigma_{eq} = 0,79$ (S/m), qui sont respectivement la permittivité relative équivalente, la tangente de pertes diélectriques et la conductivité de notre modèle équivalent, calculées à partir des différentes couches constitutives du corps. Le volume total est de 30,5 mm³, ce qui est très faible comparé à d’autres structures fonctionnant dans la même bande [5].

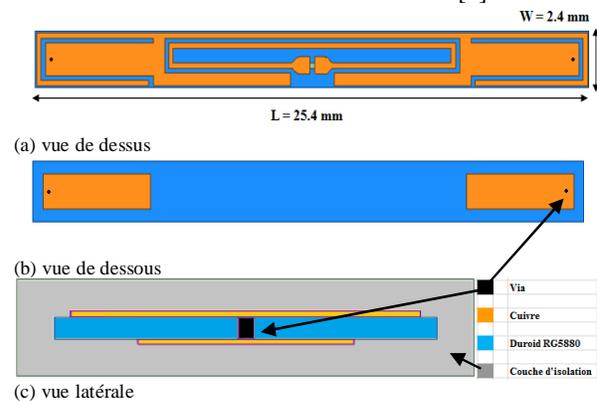


Figure 1. Géométrie de l’antenne implantable.

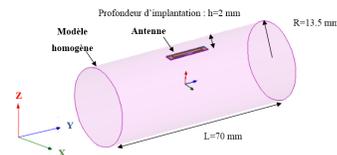


Figure 2. Antenne implantée dans le modèle homogène

Sur la Figure 3 (a), nous présentons le coefficient de réflexion calculé à partir de l’équation (1).

$$S_{11} = \frac{Z_{ant} - Z_{chip}^*}{Z_{ant} + Z_{chip}} \quad (1)$$

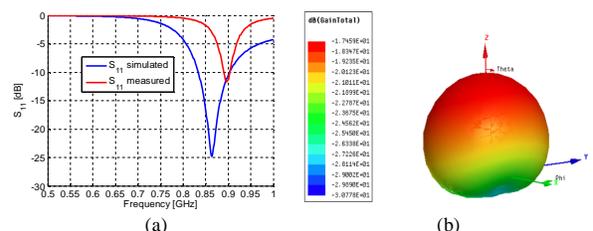


Figure 3. Coefficients de réflexion (a) et diagramme de rayonnement (b) simulés de l’antenne implantée.

La mesure de Z_{ant} a été effectuée à l’aide d’un analyseur de réseau vectoriel Rohde & Schwarz ZVM (10 MHz – 20 GHz). La comparaison entre les coefficients de réflexions simulés et mesurés montre qu’une bonne concordance est toujours obtenue à la fréquence de travail de 868 MHz. De plus, une valeur de gain totale comprise entre -17,5 dBi et -30,7 dBi est atteinte (Figure 3 (b)). Cette valeur de gain, que nous n’avons pu mesurer, semble cependant acceptable compte tenu des dimensions de l’antenne et des travaux précédents présentés [5], [6].

3. Mesures du RSSI

Pour les mesures, un corps fantôme a été réalisé en combinant du diéthylène glycol butyl éther (44%) et de l’eau désionisée (56%) [8], contenus dans un cylindre de 60 ml à bout conique en polypropylène, ayant les dimensions et une forme relativement proche du corps de l’animal (Figure 4 (a)).

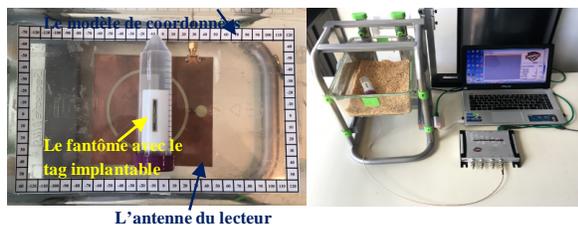


Figure 4. (a) Prototype d’antenne dans le fantôme, (b) banc de mesure.

Le prototype d’étiquette implantable (Figure 4 (a)) a été testé avec une antenne connectée à un lecteur RFID Impinj Speedway Revolution R420 capable d’interpréter les données reçues de l’antenne implantée comme indiqué sur la Figure 4 (b). La surface du fond de la cage comporte un système de coordonnées permettant de contrôler exactement la position du modèle fantôme (Figure 5).

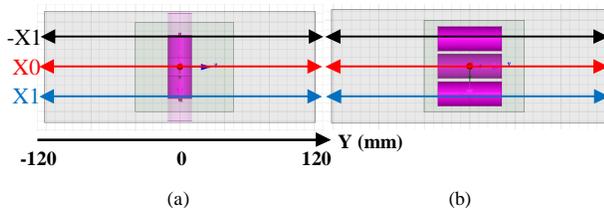


Figure 5. Les positions à trois rangées du modèle fantôme orientées selon l’axe X (a) et le long de l’axe Y (b), pour un déplacement le long de l’axe Y

L’interface du logiciel, installée sur un ordinateur portable connecté au lecteur, nous permet de contrôler l’ensemble du système (Figure 4b)). Avec ces éléments, le lecteur peut détecter une étiquette dans la cage en plexiglas insérée dans son portoir métallique après quelques secondes. La Figure 6 présente les valeurs mesurées obtenues pour les deux orientations du fantôme. Comme on peut l’observer, la valeur du RSSI est proche du maximum lorsque le modèle fantôme est au-dessus du centre de l’antenne du lecteur. La valeur moyenne mesurée du RSSI varie entre -48 dBm et -68 dBm, ce qui est largement au-dessus de la sensibilité du lecteur qui est de -82 dBm. Ces résultats prouvent également le potentiel de l’ensemble du système pour détecter, identifier et localiser au sein d’une cage d’hébergement standard en plexiglas avec grille

métallique, de petits animaux équipés de telles étiquettes implantées miniaturisées.

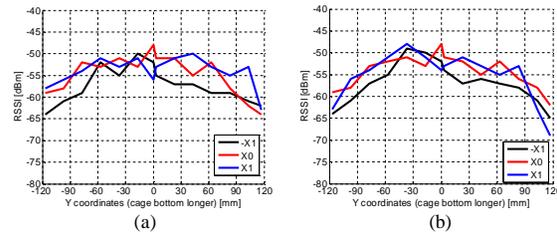


Figure 6. Valeurs mesurées du RSSI à 868 MHz lorsque le modèle fantôme est orienté le long de l’axe X (a), l’axe Y (b), pour un déplacement le long de l’axe Y.

4. Conclusion

Dans cet article, la conception d’une étiquette RFID implantée destinée à de très petits animaux et fonctionnant dans la bande RFID UHF est présentée. La mesure du RSSI entre l’antenne implantée et le système interrogateur dans l’environnement spécifique du projet montre également que les performances de l’antenne conçue permettent son utilisation dans l’application visée.

5. Remerciements

Ce travail a bénéficié d’une aide de l’Etat gérée par l’Agence Nationale de la Recherche au titre du programme « Investissements d’Avenir » portant la référence : ANR-11-LABX-0031-01.

6. Bibliographie

- [1] C. M. Furse and A. Chrysler, “A History & Future of Implantable Antennas,” in *IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium (APSURSI)*, pp. 527–528, 2014.
- [2] A. Kiourti, K. A. Psathas, and K. S. Nikita, “Implantable and ingestible medical devices with wireless telemetry functionalities: A review of current status and challenges,” *Bioelectromagn. Wiley Period. Inc.*, vol. 35, no. 1, pp. 1–15, 2014.
- [3] L. Catarinucci, R. Colella, L. Mainetti, V. Mighali, L. Patrono, I. Sergi, and L. Tarricone, “Near Field UHF RFID Antenna System Enabling the Tracking of Small Laboratory Animals,” *Int. J. Antennas Propag.*, vol. 2013, pp. 1–10, 2013.
- [4] F. Meri, B. Fuchs, J. R. Mosig, and A. K. Skrivervik, “The effect of insulating layers on the performance of implanted antennas,” *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 59, no. 1, pp. 21–31, 2011.
- [5] A. Garcia-Miquel, B. Medina-Rodríguez, N. Vidal, F. M. Ramos, E. Roca, and J. M. Lopez-Villegas, “Design and characterization of a miniaturized implantable UHF RFID tag based on LTCC technology,” in *2017 11th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP)*, pp. 1024–1026, 2017.
- [6] C. Liu, Y.-X. Guo, and S. Xiao, “A review of implantable antennas for wireless biomedical devices,” in *Forum for Electromagnetic Research Methods and Application Technologies (FERMAT)*, 2016.
- [7] D. M. Dobkin, *The RF in RFID, Second Edition: UHF RFID in Practice*, 2 edition. Amsterdam: Newnes, 2012.
- [8] P. Perrissol, A. Diallo, P. L. Thuc, R. Staraj, and G. F. Carle, “Performance of a cross dipole antenna dedicated to biological telemetry,” in *The 8th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP 2014)*, pp. 2174–2177, 2014.