

Performances des communications radios boostées à l'aide de réseaux de tags augmentés

La RFID (Radio Frequency Identification) est aujourd'hui une technologie sans fil omniprésente dans les applications quotidiennes (transports, librairies, etc.) et professionnelles (industrie, agriculture, médical, etc.), notamment pour des applications de traçabilité, de contrôle d'accès, de logistique ou de maintenance. Bien que cette technologie soit mature et largement déployée, ses champs d'application sont en constante évolution.

La capacité de la RFID passive à se renouveler, dans un contexte où émergent les paradigmes de l'intelligence ambiante distribuée ou de l'Internet des objets, s'explique par ses avantages intrinsèques : une technologie sans fil intégrant la fonction d'identification et s'appuyant sur des tags à faible coût et télé-alimentés. La nature passive des étiquettes est particulièrement attrayante : elles n'intègrent aucune source d'énergie (c'est-à-dire qu'elles ne portent pas de piles, et ne nécessitent donc aucune maintenance, ni ne posent de problèmes majeurs de recyclage) ; elles n'émettent pas non plus d'énergie électromagnétique supplémentaire dans l'environnement, car elles se comportent comme de simples réflecteurs, qu'elles soient activées ou désactivées ; la transmission de l'information de l'étiquette au lecteur s'opère par rétro-modulation.

La RFID étant une technologie mature, qui s'étend à de plus en plus de domaines d'application, les prévisions de croissance du marché pour les décennies à venir sont impressionnantes. Bien que l'impact environnemental de ces technologies soit loin d'être négligeable, de nombreuses avancées ont rendu les étiquettes RFID plus facilement recyclables et/ou biodégradables, et les bénéfices directs et indirects de la RFID sont considérables.

L'objectif de ce projet de thèse est de démontrer qu'un réseau de balises peut être « contrôlé » (configuré) pour améliorer la communication entre deux nœuds radio, en utilisant le même principe que pour les surfaces intelligentes reconfigurables. Deux types d'applications sont visés, correspondant à deux objectifs principaux. Le premier est d'améliorer les systèmes de traçabilité basés sur la technologie RFID, en les rendant adaptables aux conditions de propagation des ondes radio dans l'environnement en question. Le second est d'utiliser des ensembles d'étiquettes RFID déjà présentes dans une zone pour améliorer la portée d'autres systèmes radio utilisant la même bande de fréquence radio. Ces deux défis se positionnent clairement dans le secteur industriel (Industrie 4.0 et surtout 5.0), et plus particulièrement dans les applications de logistique, de traçabilité et d'inventaire, ainsi que dans la coexistence des travailleurs humains avec les robots.

Principales tâches et compétences à acquérir :

Établissement de l'état de l'art (RIS, multi-tag UHF RFID, approches conjointes), choix des scénarios et du dimensionnement, étude de la littérature.

Études théoriques (couplages électromagnétiques, calculs d'impédance et de fonction de rayonnement) et calculs d'impédance de charge optimale. Études de simulation (4NEC wireline, CST 3D, système ADS, modèles de canaux dans Matlab).

Antennes prototypes Mesures en laboratoire Mesures sur la plateforme CorteXlab Tests basés sur des étiquettes RFID Analyse des résultats

Promotion par des publications et participation à des conférences

Références :

- [1] Q. Wu, S. Zhang, B. Zheng, C. You, R. Zhang, "Intelligent reflecting surface-aided wireless communications: a tutorial," IEEE Transactions on Communications, vol. 69, no. 5, May 2021.
- [2] M. Noor-A-Rahim et al., "Toward industry 5.0: intelligent reflecting surface in smart manufacturing," IEEE Communications Magazine, vol. 60, no. 10, pp. 72-78, October 2022.
- [3] T. Lassouaoui, F. Hutu, Y. Duroc, G. Villemaud. "Performance evaluation of passive tag to tag communications", IEEE Access, IEEE, 2022, pp.1-12.
- [4] M. El-Absi et al., "Path loss modeling of RFID backscatter channels with reconfigurable intelligent surface: experimental validation," IEEE Access, vol. 11, pp. 108532-108543, 2023.
- [5] F. Lestini, G. Marrocco, C. Occhiuzzi, "RFID-based reconfigurable intelligent surfaces: towards wireless and ultra-low-power reconfigurability", in 18th European Conference on Antennas and Propagation (EuCAP), IEEE, 2024, Glasgow, UK.

Mots-clés :

Antenne, micro-ondes, réseau de balises, identification par radiofréquence (RFID), surface intelligente reconfigurable (RIS)

Profil recherché :

Master (ou niveau équivalent) à dominante électronique avec des compétences en micro-ondes, radiocommunications et traitement du signal appliqué et une bonne maîtrise de l'anglais

LABORATOIRE(S) :

CITI - Centre d'Innovation en Télécommunications et Intégration de service

Site web : <https://www.citi-lab.fr/>

RHODES - Resource Harvesting and Optimized wireless Devices for Enhanced Sustainability (Récolte de ressources et dispositifs sans fil optimisés pour une meilleure durabilité)

En collaboration avec **AMPERE**

Site web : <http://www.ampere-lab.fr/>

Département EE – Priorité Convergence Energie Information

CONTACTS :

Guillaume Villemaud (INSA Lyon, CITI) : guillaume.villemaud@insa-lyon.fr

Florin Hutu (INSA, Lyon CITI) : florin-doru.hutu@insa-lyon.fr

Yvan Duroc (UCBL, Ampère) : yvan.duroc@univ-lyon1.fr