

Télé-alimentation et communication en champ proche à l'aide de résonateurs découplés pour les patches NFC biomédicaux à 13,56 MHz

▪ Laboratoire d'accueil:

GeePs UMR 8507

11, rue Joliot Curie, Plateau de Moulon, 91192 Gif sur Yvette.

<http://www.geeps.centralesupelec.fr>



▪ Encadrants/équipe du laboratoire d'accueil:

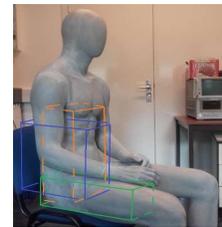
Antoine Diet MCF, Univ. Paris Saclay

antoine.diet@geeps.centralesupelec.fr (contact)

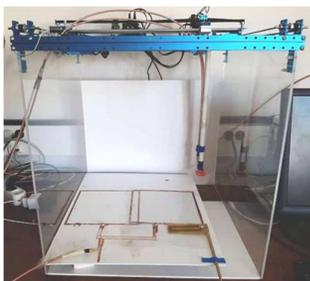
Yann Le Bihan PU, Univ. Paris Saclay

▪ Descriptif scientifique

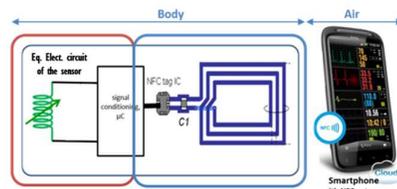
Dans un contexte de développement du diagnostic préventif à distance et/ou du suivi post-opératoire à domicile, la transmission de données médicales automatisée améliore le suivi et/ou la sécurité sanitaire des patients (i.e. indicateurs et constantes telles que l'ECG...). L'insertion d'un point de contrôle dans l'habitation repose sur l'utilisation d'un patch biomédical réduit à son minimum d'encombrement (sur le bras, le torse, la jambe,...voir figure ci-contre) afin de privilégier un relevé sans biais des informations, à travers les habitudes du quotidien (éviter l'effet « blouse blanche »). L'utilisation de patch télé-alimenté lors de l'exécution de certaines tâches habituelles est possible grâce à la **technologie NFC (communication en champ proche à 13,56 MHz)**.



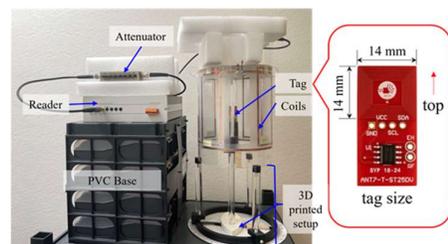
Un système NFC à cette fréquence est composé d'un lecteur et d'un « tag », lui-même constitué d'une puce NFC et d'une antenne boucle. La communication entre le lecteur et le tag a lieu en champ proche, par couplage magnétique. La puce composant le tag est ici télé-alimentée par le lecteur. Il y a alors deux parties indissociables qui présentent à la fois un aspect électromagnétique et un aspect électronique : (i) la télé-alimentation, qui est liée à l'**inductance mutuelle** entre les deux antennes, et qui dépend donc d'un critère géométrique ; (ii) la communication d'informations entre le lecteur et le tag, qui est réalisée par une modulation de charge dans la puce NFC (même couche physique que la RFID HF, exemple du *pass Navigo*). **Ces deux parties sont sources de compromis (par exemple concernant les coefficients de qualité des antennes boucles)**



a) Positionneur XY



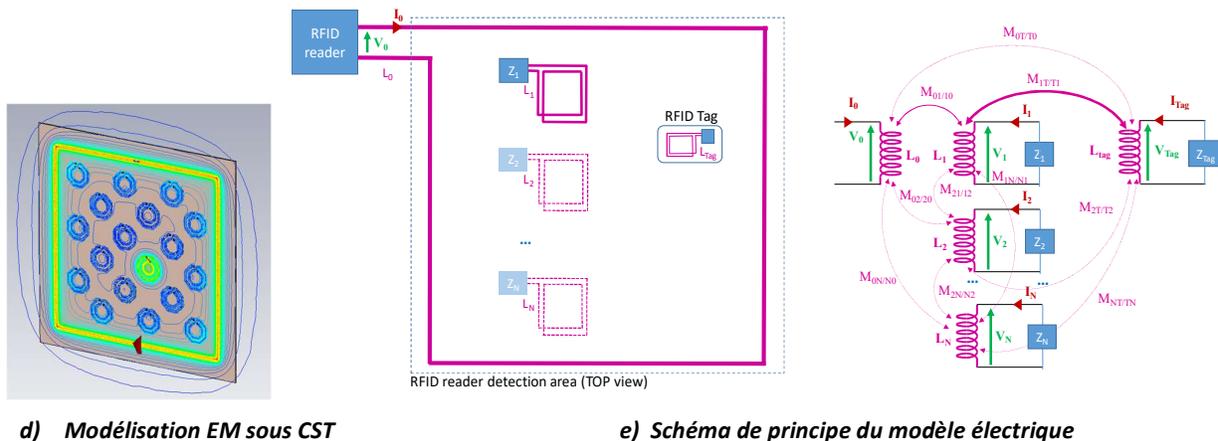
b) Synoptique patch/lecteur



c) Base de mesure 3D (caractérisation) du scanner NFC cylindrique

L'optimisation du lien par couplage magnétique est le but de ce stage. Afin de garantir une télé-alimentation et de permettre une communication entre le patch biomédical et un point de collecte de données (base/lecteur), plusieurs stratégies existent, dont celle reposant sur un ajout de résonateurs L-C « relais » additionnels (technique de type WPT, Wireless Power Transfer, en basses fréquences). C'est sur ce type d'éléments que se focalise le travail de stage, incluant la conception, simulation, réalisation et la caractérisation des résonateurs envisagés. La mise en avant du découplage des résonateurs entre eux et la validation expérimentale de ce principe constitue la partie innovante de la solution.

L'utilisation des bases de mesures (positionneur, base 3D, voir figures ci-avant) permettent de mettre en évidence le champ magnétique rayonné par un scanner adapté à un bras (de forme cylindrique) et fonctionnant à 13.56 MHz (thèse de Jie Sun) avec et sans résonateur dans le but de contrôler un patch fixé sur le membre considéré. Cette disposition formant alors un système patch-lecteur (voir le synoptique ci-avant, l'utilisation du téléphone cellulaire en mode NFC est une possibilité de démonstration ludique). Parmi les différentes étapes depuis la conception jusqu'à la réalisation, une étape de modélisation circuit sera également produite, basée sur le modèle ci-dessous



d) Modélisation EM sous CST

e) Schéma de principe du modèle électrique

Enfin, la présentation des améliorations des performances de détection de l'actuel scanner cylindrique seront chiffrées et publiées (conférence ou article scientifique) et des pistes d'améliorations proposées et confrontées en équipe.

Le stage sera gratifié conformément à la législation en vigueur (4,35 euros/h). Une poursuite en thèse de ces travaux est envisagée au travers d'une demande de financement auprès de l'école doctorale EOBE (Université Paris Saclay). Le stagiaire est vivement encouragé à y candidater.

Références

- [1] F. Camera, C. Miozzi, F. Amato, C. Occhiuzzi and G. Marrocco, "Experimental Assessment of Wireless Monitoring of Axilla Temperature by Means of Epidermal Battery-Less RFID Sensors," IEEE Sens. Lett., vol. 4, no. 11, pp. 1-4, Nov. 2020.
- [2] S. R. Khan, S. K. Pavuluri, G. Cummins, "Desmulliez, M.P.Y. Wireless Power Transfer Techniques for Implantable Medical Devices: A Review," Sensors, vol. 20, no. 12, Jun. 2020.
- [3] W. Jia, H. Jiang, X. Yang, W. Wang, Z. Wang, J. J. Wang, and Y. Wu, "Passive Implantable Wireless Intracranial Pressure Monitoring Based on Near Field Communication," 2019 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference (BioCAS), Nara, Japan, 17-19 Oct. 2019.
- [4] J. J. Baek, S. W. Kim, K. H. Park, M. J. Jeong, and Y. T. Kim, "Design and Performance Evaluation of 13.56-MHz Passive RFID for E-Skin Sensor Application," IEEE Microwave Wireless Compon. Lett., vol. 28, no. 12, pp. 1074-1076, Dec. 2018.
- [5] F. Di Rienzo, A. Viridis, C. Vallati, N. Carbonaro and A. Tognetti, "Evaluation of NFC-Enabled Devices for Heterogeneous Wearable Biomedical Application," IEEE J. Radio Freq. Identif., vol. 4, no. 4, pp. 373-383, Dec. 2020.
- [6] M. Bouklachi, M. Biancheri-Astier, A. Diet and Y. Le Bihan, "NFC/RFID Patch Coil Curvature Effect and Shielding for Medical Applications Wirelessly Powered," IEEE Journal of Radio Frequency Identification, vol. 4, no. 2, pp. 107-114, Jun. 2020.
- [7] A. Diet, M. Biancheri-Astier, Y. Le Bihan, P. Pérez-Nicoli, M. Bouklachi, O. Meyer, F. Silveira, and L. Pichon. "13.56 MHz Near Field magnetic coupling efficiency evaluation for IMDs powering," IEEE MTT-S Wireless Power Transfer Conference (WPTC). WPW 2019, Wireless Power Week, London, 17-21 Jun. 2019.
- [8] J. Sun, A. Diet, Y. Le Bihan, M. Biancheri-Astier, C. Gannouni, and M. Police, "Planar Rotating Magnetic Field Inside a Cubic Structure for RFID/NFC Applications," 2023 IEEE 13th International Conference on RFID Technology and Applications (RFID-TA), Aveiro, 03-06 Sep. 2023.