

Antenne monopole planaire pour les systèmes de communication sans fil portée sur le corps humain

Tsitoha Andriamiharivolamena, Pierre Lemaitre-Auger, Smaïl Tedjini

Laboratoire de Conception et d'Intégration des Systèmes

Mots clés : Monopole planaire, Surface Haute Impédance, Corps humain

Introduction

Les systèmes de communication électroniques sont présents dans la vie de presque tout le monde aujourd'hui. Certaines personnes rêvent de réduire leur impact sur notre mobilité en intégrant ces dispositifs dans nos vêtements, y compris l'antenne. Cependant, l'intégration de l'antenne à proximité du corps soulève immédiatement la question sur la protection du corps et de l'efficacité de rayonnement de l'antenne. Une solution qui a attiré une grande attention au cours des dernières années est l'utilisation des surfaces haute impédance (SHI). Cette solution est ici étudiée pour les antennes intégrées sur les vêtements. En effet, la SHI réduit considérablement le rayonnement face arrière de l'antenne. Ainsi, elle permet de réduire la valeur du débit d'absorption spécifique (DAS) en présence du corps. En outre, des études ont montré que la SHI permet également de réduire la taille des antennes. L'une des difficultés lors de l'utilisation d'une antenne placée près d'un SHI est la modification de son impédance donc de son adaptation. Cela a été clairement démontré par certaines études avec des antennes dipôles [1] - [3]. Cependant, la réalisation des antennes dipôles placés près d'un SHI est difficile à cause de la présence des vias et du balun. Les antennes monopole semblent plus simples à réaliser. Récemment, elles ont été utilisées près d'une SHI sans via [4] - [6]. Cependant, dans toutes ces études, une couche de mousse supplémentaire (1 à 2 mm d'épaisseur) a été nécessaire pour obtenir une bonne adaptation de l'antenne. Dans ce papier, nous allons montrer qu'il est possible d'obtenir de très bonnes performances avec une antenne monopole planaire sans ajouter une couche de mousse supplémentaire : le support de l'antenne est directement placé sur la SHI. Le type de SHI utilisé dans cette étude est le « mushroom » [7], mais sans les vias. Cette structure a été étudiée dans [3], [8], et les résultats montrent qu'elle a une bande passante plus large (19,35%) que les autres types de SHI comme: les croix, les méandres et les patch interdigités.

1. Structure de l'antenne et de la SHI

L'antenne est un monopole alimenté par une ligne de transmission coplanaire. La SHI est un réseau de patch carré déposés périodiquement sur un substrat. Un plan de masse est placé en dessous du substrat. Aucun via n'est utilisé entre le patch et le plan de masse. Les structures de l'antenne et de la SHI sont montrées à la figure 1.

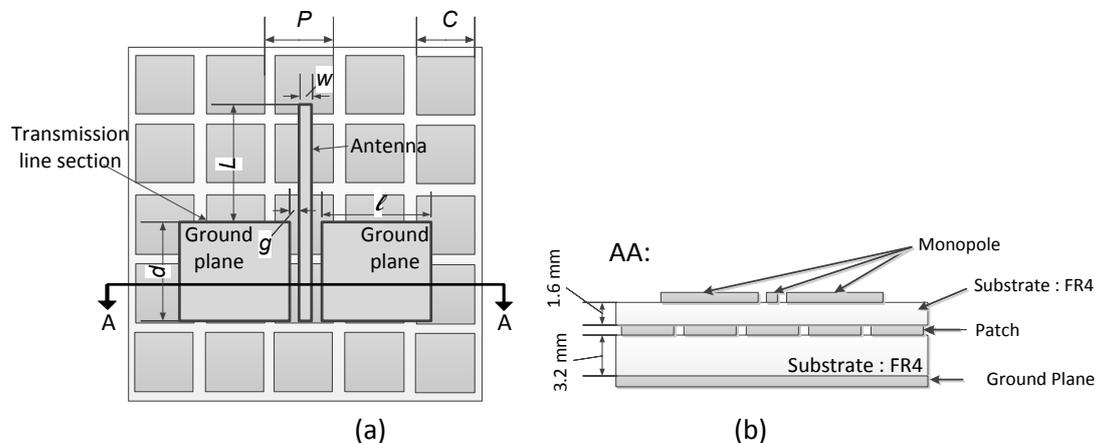


Figure 1. Antenne monopole placée sur la SHI. (a) Vue de haut. (b) Vue de profil.

La structure complète a été optimisée avec le simulateur électromagnétique 3D *CST Microwave studio*. La surface totale de la structure ainsi obtenue est $0.55\lambda \times 0.55\lambda$. Le coefficient de réflexion obtenu à la fréquence de résonance (1.944 GHz) est -44 dB. Il est à noter que trois solutions différentes ont été identifiées mais une seule est présentée ici.

2. Résultats expérimentaux

Afin de valider les simulations, la structure a été réalisée. La figure 2 (a) montre les coefficients de réflexion simulé et mesuré en espace libre. Les deux résultats sont proches. La fréquence de résonance mesurée est 1.916 GHz. Elle est légèrement décalée de 1,4% par rapport à celle obtenue par la simulation. L'antenne placée sur la SHI présente une bonne adaptation : -35 dB en mesure. Ce résultat est meilleur que ceux présentés dans [4] - [6]. La bande passante mesurée est 8%. Elle est deux fois plus importante que celle obtenue dans [9]. Une mesure en présence du corps humain a également été effectuée, et les différences par rapport à l'espace libre sont négligeables. Le diagramme de rayonnement a été également mesuré. La figure 2 (b) montre les résultats obtenus par la simulation et la mesure en espace libre. Nous constatons un bon accord entre les deux résultats. Le gain mesuré est 4.3 dBi. Ces mesures ont été répétées en présence du corps humain et les résultats de simulations et de mesures sont proches.

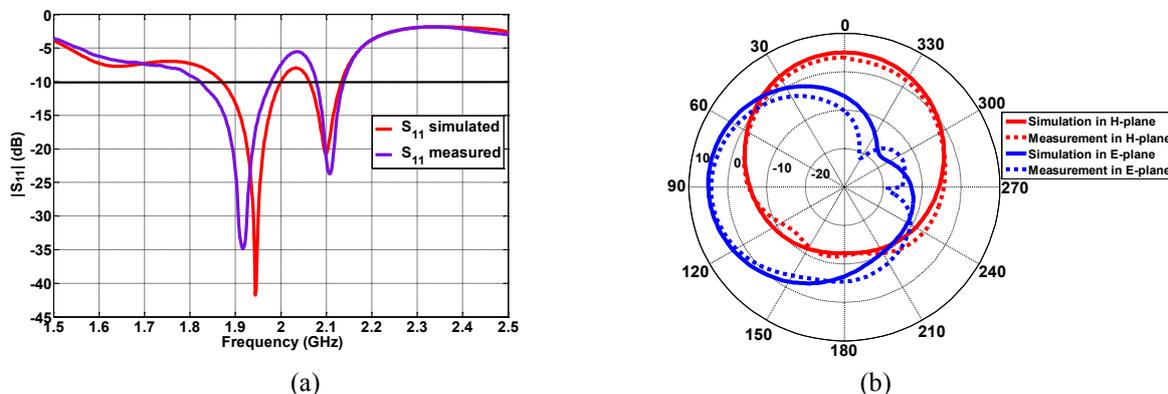


Figure 2. Propriétés du monopole placé sur la SHI en espace libre. (a) Coefficients de réflexion simulé et mesuré. (b) Diagramme de rayonnement simulé et mesuré à $f=1.916$ GHz.

3. Conclusion

Un monopole placé sur une SHI a été présenté. Les performances obtenues sont aussi bien, voire même meilleures que celles rapportées jusqu'à présent.

Références bibliographiques

- 1- M. F. Abedin and M. Ali, "Effects of EBG reflection phase profiles on the input impedance and bandwidth of ultrathin directional dipoles," *Antennas Propag. IEEE Trans. On*, vol. 53, no 11, p. 3664-3672, Nov. 2005.
- 2- Fan Yang and Y. Rahmat-Samii, "Reflection phase characterizations of the EBG ground plane for low profile wire antenna applications," *Antennas Propag. IEEE Trans. On*, vol. 51, no 10, p. 2691-2703, Oct. 2003.
- 3- H. Mosallaei and K. Sarabandi, "Antenna miniaturization and bandwidth enhancement using a reactive impedance substrate," *Antennas Propag. IEEE Trans. On*, vol. 52, no 9, p. 2403-2414, Sept. 2004.
- 4- Shaozhen Zhu and R. Langley, "Dual-Band Wearable Textile Antenna on an EBG Substrate," *Antennas Propag. IEEE Trans. On*, vol. 57, no 4, p. 926-935, Apr. 2009.
- 5- M. Mantash, A.-C. Tarot, S. Collardey, and K. Mahdjoubi, "Investigation of Flexible Textile Antennas and AMC Reflectors," *Int. J. Antennas Propag.*, vol. 2012, p. 10, 2012.
- 6- H. R. Raad, A. I. Abbosh, H. M. Al-Rizzo, and D. G. Rucker, "Flexible and Compact AMC Based Antenna for Telemedicine Applications," *Antennas Propag. IEEE Trans. On*, vol. 61, no 2, p. 524-531, Feb. 2013.
- 7- D. Sievenpiper, Lijun Zhang, R. F. J. Broas, N. G. Alexopolous, and E. Yablonovitch, "High-impedance electromagnetic surfaces with a forbidden frequency band," *Microw. Theory Tech. IEEE Trans. On*, vol. 47, no 11, p. 2059-2074, Nov. 1999.
- 8- G. Goussetis, A. P. Feresidis, and J. C. Vardaxoglou, "Tailoring the AMC and EBG characteristics of periodic metallic arrays printed on grounded dielectric substrate," *Antennas Propag. IEEE Trans. On*, vol. 54, no 1, p. 82-89, Jan. 2006.