

Antenne cornet en technologie mousse pour une application Radio sur fibre à 60 GHz

A. Bikiny, D. Bourreau, C. Kärfelt, M. Ney

Lab-STICC/TELECOM Bretagne – Département Microondes – Technopôle Brest-Iroise - 29238 Brest Cedex 3
adonis.bikini@telecom-bretagne.eu

Résumé

L'utilisation de la Radio sur fibre (RoF) est utile pour élargir la zone de couverture du standard haut débit WPAN de la norme l'IEEE 802.15.3c. Dans ce contexte, une antenne cornet à 60 GHz destinée à ce type d'application a été développée. Une technologie d'intégration bas coût du type mousse a été utilisée. L'adaptation mesurée est meilleure que 18 dB sur toute la bande de fréquence utile (57.5-65.5 GHz). Le maximum de gain est de 9dBi et l'ouverture à -3dB est égale à 70°.

1. Introduction

Les divers services tels que les visualisations, les partages des fichiers multimédia exigent des besoins importants en débit. La bande de fréquence aux alentours de 60 GHz est une solution intéressante pour répondre à ces besoins. En effet, elle dispose d'une bande de fréquence assez large (9 GHz) permettant d'obtenir des débits pouvant aller jusqu'à 6 Gbits/s. Un tel débit est appréciable pour effectuer des liaisons sans fils courte portée (1 à 10 m typiquement) qui peuvent remplacer des solutions filaires telles que le HDMI (High Definition Multimedia Interface). Afin d'augmenter la portée et la zone de couverture d'une telle application, une solution qui semble être très prometteuse est la Radio sur Fibre [1], [2]. En effet, un réseau de fibre optique est déployé entre différentes pièces ou bâtiments pour transporter le signal radio (Figure 1). Ceci nécessite l'utilisation des transducteurs pour transformer les ondes radios en ondes optiques. Aux deux extrémités de chaque liaison optique, il y a donc deux têtes hyperfréquences 60 GHz.

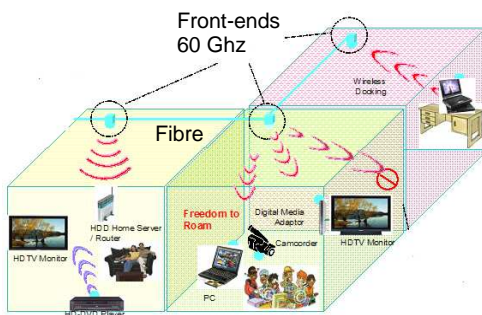


Figure 1. Principe de la Radio sur fibre (RoF)

Les spécifications aux niveaux de ces deux front-ends radio doivent tenir compte des différentes contraintes liées à cet interfaçage Radio-Fibre. La Figure 2 montre l'architecture hétérodyne adaptée pour ce genre de système.

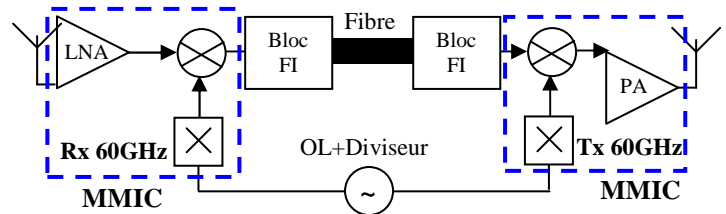


Figure 2. Architecture Tx/Rx

L'émetteur, le récepteur comportent un oscillateur local, un LNA, un PA, un multiplicateur de fréquence, un mélangeur et une antenne pour émettre ou recevoir les ondes hyperfréquences. Un switch peut être inséré dans la chaîne pour n'utiliser qu'une seule antenne (partagée entre l'émetteur et le récepteur) mais ceci risque d'apporter des pertes supplémentaires (environ 5dB). De plus, le coût des switches dans la bande millimétrique reste encore relativement élevé.

Sur une intégration utilisant une approche hybride, des puces MMIC sont disponibles sur le marché pour la plupart de ces composants. Pour réduire les interconnexions, des MMIC multifonctions intégrant les composants élémentaires (LNA, PA, Mixer, multiplicateur) sont même proposées par certains fondeurs [3]. Cependant, les performances de ces puces sont souvent limitées car elles sont étroitement liées aux avancées faites dans les différentes technologies utilisées (AsGa, CMOS...). Par conséquent, l'antenne est devenue donc un élément clé pour compenser les limitations imposées par les autres composants. En effet, selon les types d'applications visés, les paramètres comme le gain, l'angle d'ouverture servent de degré de liberté pour satisfaire les exigences en termes de rapport Signal-Bruit, de couverture radio par exemple [4].

Cet article montre un exemple d'antenne utilisée pour une liaison point à point dans un contexte WLAN très haut débit. Les spécifications au niveau du gain et de l'ouverture -3dB sont respectivement 7 dBi et 70°. La fréquence centrale est de 60 GHz et la bande passante est de 9 GHz.

II- Topologie et technologie d'intégration

D'après les spécifications données ci-dessus, l'antenne cornet semble être une bonne candidate car elle dispose d'un gain pouvant aller facilement au-delà des 10 dBi. Cependant, la technologie volumique (métal) souvent utilisée pour sa réalisation va à l'encontre des objectifs bas coûts, peu encombrant adaptés à des applications grand public. Pour contourner ces inconvénients, la technologie mousse devient très attractive. La mousse est légère, présente une permittivité

voisine de celle de l'air et une tangente de perte égale à 1° -3 à 60 GHz.

La mise en œuvre de l'antenne consiste à (Figure 3-a) usiner la mousse avec une bonne précision afin de donner la forme du cornet. Ensuite, on enduit une peinture métallique sur une grande partie, formant ainsi les murs électriques. On peut distinguer sur la Figure 3-b, l'antenne cornet avec son accès en guide normalisé WR15 ($3.8 \times 1.9 \text{ mm}^2$) et son ouverture. Une bonne qualité de peinture est essentielle pour garantir une bonne adaptation en entrée et éviter les rayonnements parasites pouvant dégrader le gain réalisé.

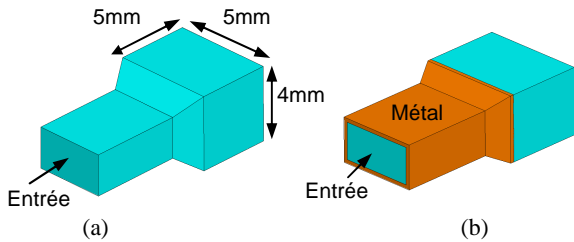


Figure 3. Usinage de l'antenne dans la mousse (a). Revêtement métallique de la mousse (b)

III- Performances électriques

La modélisation électromagnétique de l'antenne a été effectuée sur le logiciel HFSS. La Figure 4-a montre que l'adaptation en entrée est meilleure que -20 dB sur toute la bande passante utile (57.5-65.5 GHz). Les diagrammes à 60 GHz dans les deux plans (plan E, plan H) sont présentés sur la Figure 4-b et montre que le gain maximum obtenu est de 9 dBi avec une ouverture -3dB égale à 70° . Les pertes estimées dans la mousse et les plaques métalliques sont d'environ 1dB.

Concernant la technique de mesure, l'antenne est insérée dans un guide normalisé WR15 (Figure 5-a). Une calibration TRL est effectuée ensuite pour enlever toute contribution du guide sur l'adaptation et les pertes métalliques.

La mesure en réflexion de l'antenne est présentée à la Figure 5-b : l'adaptation est meilleure que -18dB sur toute la bande. Les mesures du gain, des diagrammes et de couplage viennent d'être programmées. Elles seront montrées dans la version finale.

IV- Intégration de l'antenne dans le système RoF

Comme la procédure de mesure détaillée ci-dessus le montre, un guide rectangulaire doit être inséré dans le module pour faire la connexion entre l'antenne et les restes des circuits Radio. Ceci nécessite donc une réalisation d'une transition (guide-planaire) pour passer du PCB vers le guide. A ce sujet, différentes techniques performantes existent dans la littérature [5]-[6].

Finalement, on peut imaginer le module complet mis dans un boîtier muni des accès pour l'antenne et la connexion optique (Figure 6).

V- Conclusion

Une réalisation d'antenne en technologie mousse destinée à l'application Radio sur Fibre dans le contexte WLAN a été montrée. Le coût, la facilité de réalisation et les performances

de ce type d'antenne le rendent très attrayant pour l'application visée ici.

Ces travaux rentrent dans le cadre du projet ORIGIN financé par le Pôle de Compétitivité Image et Réseaux.

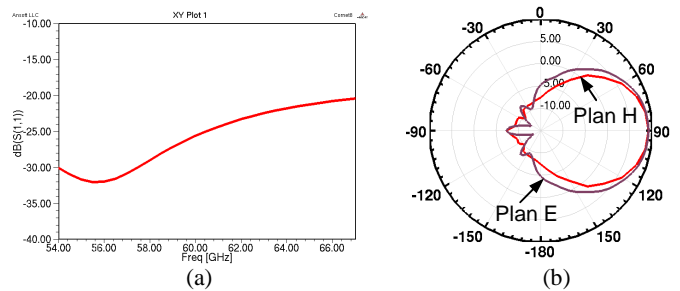


Figure 4. Adaptation (a), diagramme de l'antenne (b).

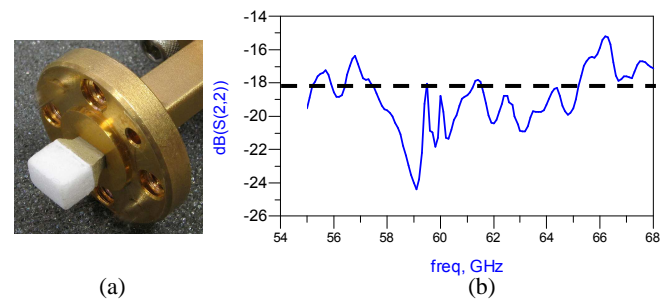


Figure 5. Photographie (a), adaptation de l'antenne (b).

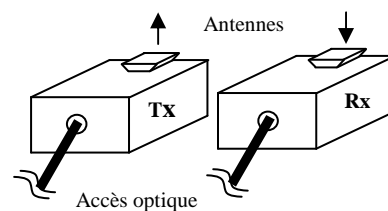


Figure 6. Intégration de l'antenne

Bibliographie

- [1] S. Tae Choi *et al*, "A 60-GHz Point-to-Multipoint Millimeter-Wave Fiber-Radio Communication System" in IEEE Transaction on MTT, vol 54, n°5, may 2006
- [2] A. Kim, Y.H. Joo, Y. Kim, "60GHz Wireless Communication Systems with Radio-over-Fiber Links for Indoor Wireless LANs", in IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 50, n° 2, may 2004
- [3] S.E. Gunnarsson *et al*, "60-GHz Single-Chip Front-end MMICs and Systems for Multi-Gb/s Wireless Communication", IEEE Journal of solid-state circuits, vol 42, n°5, may 2007
- [4] K-C. Huang, DJ. Edwards, "Millimeter wave antennas for Gigabit Wireless Communications", Edition Wiley 2008
- [5] K.C. Gupta, "Microstrip lines and slotlines", Artech house, Boston-London, 1996
- [6] J.J. Lee *et al*, "A GCPW to Waveguide Transition in 60 GHz LTCC Sip", Radio and Wireless Symposium, 18-22 janv 2009