Système multi-antennaires bi-fréquence miniaturisé pour liaison MIMO 4X4

A. Iaaly, Julien Sarrazin, Yann Mahé, I. Lirzin, Marc Brunet, Serge Toutain, D. Lohine Tong, P. Chambelin

▶ **To cite this version:**

A. Iaaly, Julien Sarrazin, Yann Mahé, I. Lirzin, Marc Brunet, et al.. Système multi-antennaires bi-fréquence miniaturisé pour liaison MIMO 4X4. 16èmes Journées Nationales Microondes, May 2009, Grenoble, France. p1-3. hal-00987510

HAL Id: hal-00987510
https://hal.science/hal-00987510

Submitted on 6 May 2014

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.

16èmes Journées Nationales Microondes
27-28-29 Mai 2009 Grenoble

Système multi-antennaires bi-fréquence miniaturisé pour liaison MIMO 4X4

A. Iaaly[1], J. Sarrazin[1], Y. Mahé[1],G. Lirzin[1], M. Brunet[1], S. Toutain[1]
D. LoHine Tong[2] et P. Chambelin[2]
[1] *IREENA*
[2] *THOMSON R&D*
yann.mahe@univ-nantes.rf

Résumé

Un dispositif multi-antennaires pour systèmes MIMO est présenté dans cet article. L'antenne élémentaire utilisée est bi-fréquence afin de couvrir les différentes bandes de la norme WiFi. Les performances du dispositif sont présentées et également évaluées dans un contexte MIMO.

1. Introduction

Dans le cadre du projet Techim@ges du pôle images et réseaux, nous avons étudié en collaboration avec Thomson R&D, l'intégration d'un récepteur MIMO (4X4). Pour respecter des contraintes de miniaturisation, le choix a été fait de concevoir et réaliser les antennes sous une forme intégrée de manière à améliorer l'ergonomie du dispositif.

Dans une première étape, nous avons étudié et développé l'antenne élémentaire de ce système antennaire, cette antenne élémentaire devant fonctionner dans les deux bandes 2.4-2.484 GHz (802.11b/g) et 5.15-5.35 GHz.

2. Antenne élémentaire bi-fréquence

L'antenne élémentaire que nous avons conçue et réalisée est présentée en figure 2

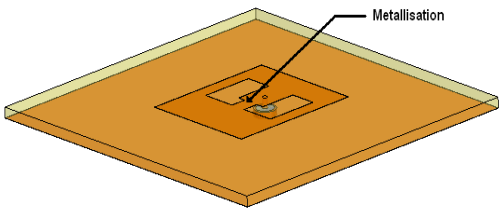


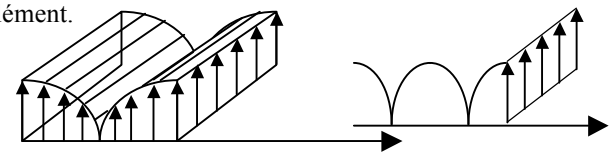
Figure 1. antenne élémentaire fonctionnant aux deux fréquences.

L'idée principale pour concevoir cette antenne élémentaire est d'utiliser le comportement multi-modal d'un résonateur microruban. En effet, il est entendu que ce type de résonateur peut, sous des conditions d'excitation adéquates, présenter des fréquences de résonance harmonique de la fréquence fondamentale. Ceci est un facteur intéressant dans la mesure où le but est de concevoir une antenne multi-bande. Cependant un certain nombre de problèmes inhérents à ces modes de résonance ne permettent pas leur utilisation en l'état. Nous pouvons citer au moins :

- la possibilité de disposer d'un point sur la structure où l'impédance d'entrée sur les différents modes est identique ;
- la possibilité de se placer sur des fréquences de résonance non harmonique.

La conception de l'antenne élémentaire a donc comme objectif la maîtrise des deux points cités précédemment.

L'étude de la répartition des champs sous l'antenne aux deux premiers modes nous renseigne sur la position de zone électromagnétiquement froide au niveau des plans de court-circuit virtuel présentés suivant les modes. Cela signifie que si l'on envisage d'insérer au niveau de ces plans des éléments localisés qu'ils soient actifs ou réactifs, cela n'affectent pas les conditions d'installation du modes. Par contre, si ces éléments localisés sont placés en dehors de ces plans caractéristiques, la distribution du champ est alors perturbée engendrant alors un décalage en fréquence du ou des modes affectés par l'élément.



Cette antenne est à la base une antenne de type microruban, excitée par coaxial. Les dimensions externes imposent a priori la fréquence basse de fonctionnement (2.45 GHz). Pour obtenir un fonctionnement sur la bande haute (centré sur 5.25 Ghz), une démétallisation partielle est réalisée dans le patch de base, délimitant un résonateur secondaire dont la fréquence de résonance est fixée par la taille et l'emplacement de ces démétallisations. Par ailleurs, le choix des dimensions et de l'emplacement de ces démétallisations permettent également d'obtenir pour l'antenne un seul point d'excitation ce, pour les deux bandes de fréquence. Dans l'objectif d'obtenir à terme un système antennaire

« faible coût », nous avons travaillé dans un premier temps à partir de substrats FR4.

L'optimisation des dimensions de l'antenne ainsi décrite a été faite à partir du logiciel d'analyse électromagnétique HFSS pour obtenir les performances désirées dans les deux bandes souhaitées.

La figure 2 présente un exemple de résultat de simulation concernant l'adaptation de cette antenne dans les deux bandes de fréquence.. Comme le montre les figures 3a et 3b, cette antenne est quasi omnidirectionnelle en gisement.

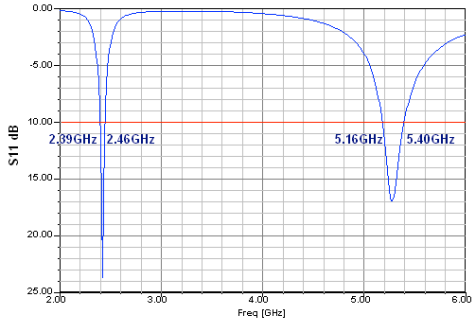


Figure 2. Adaptation de l'antenne bi-fréquence.

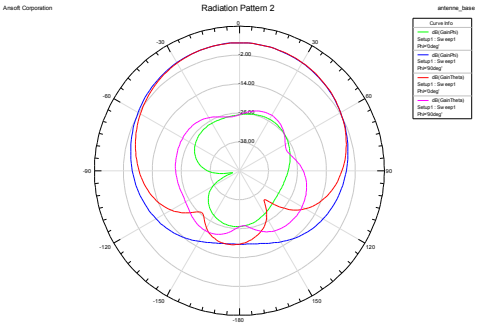


Figure 3a. exemple de diagrammes de rayonnement théoriques à 2.4 GHz.

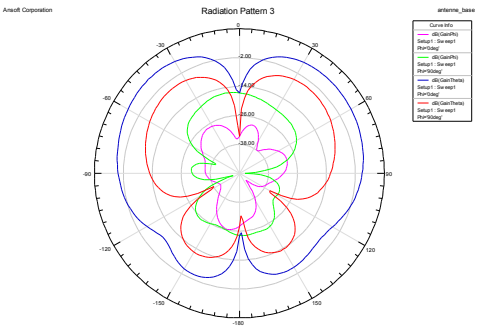


Figure 3b. exemple de diagrammes de rayonnement théoriques à 5.26 GHz.

Compte tenu de ces résultats, nous avons réalisé et testé l'antenne élémentaire. La réalisation a été faite sur substrat FR4. La mesure de l'adaptation de l'antenne réalisée est présentée en figure 4.

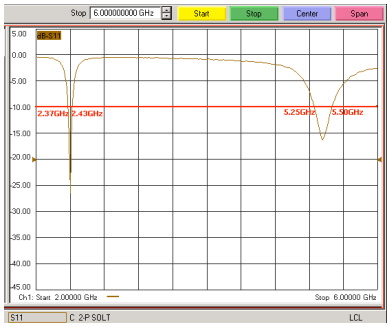


Figure 4. mesure de l'adaptation de l'antenne élémentaire dans les deux bandes.

Sur cette première réalisation, nous pouvons observer que l'antenne présente une adaptation qui respecte le cahier des charges dans les deux bandes de fréquence, La bande haute est décalée par rapport à la simulation (écart de 2.5%) en liaison peut être avec la difficulté de prendre en compte de manière précise, les effets de pointe au niveau des démétallisations lors de la simulation.En pratique, il est néanmoins facile de corriger cet écart en appliquant une simple homothétie sur les dimensions de cette démétallisation.

3. Systèmes antennaires pour liaisons MIMO bi fréquences

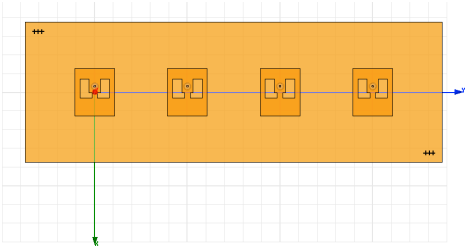


Figure 5. exemple de système antennaire en diversité d'espace.

Les performances de l'antenne de base correspondant bien aux contraintes du cahier des charges, divers systèmes antennaires ont été réalisés en faisant varier la distance entre antennes afin de pouvoir quantifier l'influence de la diversité spatiale apportée (nécessaire pour décorréler les signaux émis et reçus dans le cas de liaisons MIMO). Un second jeu d'antennes a également été développé en appliquant une rotation de 90° à 2 antennes sur 4 afin de voir si l'utilisation d'une diversité de polarisation associée à une diversité d'espace permet d'obtenir de meilleures performances. La figure 5 présente un exemple de réalisation. Il est possible, pour un système antennaire donné de calculer la corrélation d'enveloppe entre deux antennes à partir de la formule suivante [1] :

$$\rho_e = \frac{\left|\int_\Omega \left(E_{1\theta}E_{2\theta}^* p_\theta + XE_{1\phi}E_{2\phi}^* p_\phi\right) d\Omega\right|^2}{\int_\Omega \left(E_{1\theta}E_{1\theta}^* p_\theta + XE_{1\phi}E_{1\phi}^* p_\phi\right) d\Omega \int_\Omega \left(E_{2\theta}E_{2\theta}^* p_\theta + XE_{2\phi}E_{2\phi}^* p_\phi\right) d\Omega}$$

Dans cette relation, p_θ et p_ϕ représentent les distributions des angles d'arrivée, $E_{n\theta}$ et $E_{n\phi}$ représentent

les champs électriques complexes émis par l'antenne polarisés suivant θ et ϕ . Cette relation permet de calculer la corrélation d'enveloppe entre les rayonnements des antennes en faisant des hypothèses sur le canal. Dans le cas présenté, la répartition d'arrivée des rayons est considérée comme uniforme.

La figure 6 présente un exemple de résultat à 2.4 GHz. Le coefficient de corrélation maximum est de 0.5 dans le cas de la diversité d'espace et passe à 0.12 lorsque l'on conjugue diversité d'espace et diversité de polarisation. Dans tous les cas, les systèmes d'antennes réalisés peuvent donc être utilisés pour la construction d'un système d'émission réception MIMO 4X4 intégré. Des expériences en vraie grandeur de transmissions vidéo en milieu indoor ont démontré d'un point de vue qualitatif, la robustesse du système réalisé.

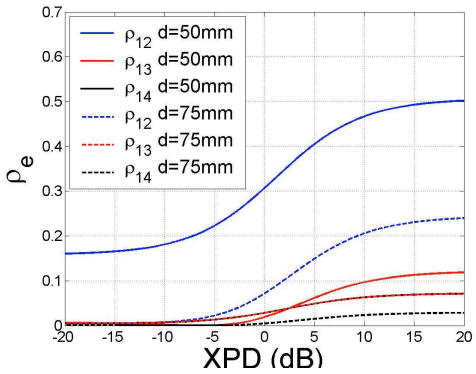


Figure 6. exemple d'évolution de la corrélation entre antennes.

4. Conclusion

Des études complémentaires sont en cours pour développer une antenne couvrant toutes les bandes à 5 GHz et des caractérisations de l'efficacité du système global sont en cours. Les résultats pourront également être présentés lors de la conférence.

5. Bibliographie

[1] R. Vaughan et J. Andersen, "Antenna diversity in mobile communication", IEEE Trans. on Vehicular Technology, vol. VT-36, n°4, p.149-172, Novembre 1987