

Thèse de Doctorat

Pierre-Antoine GARCIA

*Mémoire présenté en vue de l'obtention
du grade de Docteur de l'Université de Nantes
Sous le label de l'Université Nantes Angers Le Mans*

*Discipline : Electronique
Spécialité : Télécommunications
Laboratoire : IETR UMR 6164*

Soutenance le 10 juillet 2014

École doctorale Sciences et Technologies de l'Information et Mathématiques (ED STIM 503)

Conception d'antennes optiquement transparentes pour stations de base

JURY

Président :	M. Fabien NDAGIJIMANA , Professeur, INP Grenoble
Rapporteurs :	M. Jean-Marc RIBERO , Professeur, Université Nice Sophia Antipolis M. Patrick VAUDON , Professeur, Université de Limoges
Directeur de Thèse :	M. Tchanguiz RAZBAN , Professeur, Ecole polytechnique de l'université de Nantes
Co-encadrants :	Mme Anne CHOUSSEAUD , Maître de Conférences, Ecole polytechnique de l'université de Nantes M. Eduardo MOTTA CRUZ , Ingénieur/HDR, Bouygues Telecom, Nantes
Invités :	M. Arnaud PAILLART , Chef de projets Innovation & Valorisation, Bouygues Telecom, Paris M. Eric MARTINEZ , Manager Advanced Technology, Radio Frequency Systems France, Colombes

Travaux réalisés dans le cadre d'une CIFRE avec Bouygues Telecom

Confidentialité du manuscrit jusqu'au 10/07/2016

Thèse de Doctorat

Pierre-Antoine GARCIA

Conception d'antennes optiquement transparentes pour stations de base

Design of optically transparent antenna for base stations

Résumé

Le nombre sans cesse croissant de normes utilisées conjointement pour la téléphonie mobile entraîne l'augmentation du nombre d'antennes de stations de base. Cette situation devient difficile à gérer dans les zones urbaines, à cause du manque de place pour installer de nouveaux sites et de la pollution visuelle engendrée. Les antennes transparentes peuvent répondre à une partie de cette problématique. En effet, ces antennes sont plus discrètes et elles peuvent être installées à des endroits encore inexploités, comme par exemple au sein des surfaces vitrées des bâtiments ou le long des façades.

Un état de l'art des matériaux transparents et conducteurs utilisables pour réaliser de telles antennes est présenté. Une solution peut consister à utiliser un matériau conducteur épais maillé, avec une résolution de maillage fonction de l'acuité visuelle humaine, déposé sur un substrat de verre.

Un état de l'art des antennes transparentes maillées est également présenté. La plupart de ces antennes sont réalisées en technologie microruban. La bande passante étroite et le gain qu'elles proposent sont insuffisants pour stations de base. Toutefois, des architectures avancées permettent d'aboutir à d'excellentes performances sous réserve de pouvoir les réaliser sur verre.

Ce mémoire présente des structures d'antennes et de réseaux d'antennes réalisés suivant deux procédés différents ce qui a permis d'aboutir à une antenne transparente à double polarisation, de bande passante 30%, de Gain 7dBi pour un $VSWR < 1.5:1$, et dont l'isolation entre voies > 30 dB est compatible avec une utilisation en station de base.

Mots clés

Antennes, réseaux d'antennes, stations de base, transmittance optique, matériaux diélectriques transparents, conducteurs maillés.

Abstract

The amount of coexisting norms in cellular networks is responsible for increasing the number of base-station antennas. There is no more space to add antennas, especially in urban zones due to the resulting visual pollution. Therefore, optically transparent radiating devices become an attractive alternative. They can be integrated in structures such as buildings glazed surfaces or along the facades still not used for antenna support.

A state-of-the-art of optically transparent materials suitable for radiating devices is presented. One solution is to use thick meshed conductors mounted on a glass substrate. A high resolution meshing gives conductors with good electrical performances, however nearly invisible regarding human visual acuity. Therefore, they can be used to design high performance devices.

Some optically transparent antennas, based on meshed conductor technology are also presented. Most are made in microstrip technology. Their narrow bandwidth and poor Gain are not compatible with requirements of base-station antennas. However, advanced antenna designs may help to achieve good performances but they must be adapted to use glass substrates.

This thesis presents antennas and antenna arrays designed using two different processes enabling the achievement of a dual-polarized see-through antenna, with 30% bandwidth, and 7dBi Gain for $VSWR < 1.5:1$, along with more than 30dB isolation between two polarizations.

Key Words

Antennas, antenna arrays, base stations, optical transmittance, transparent dielectric materials, meshed conductive materials.