

Campagne 2009

Fiche descriptive de la thèse

Encadrant Orange Labs: Sylvain Meyer, Anna Pizzinat

Adresse électronique de l'encadrant : sylvain.meyer@orange-ftgroup.com
anna.pizzinat@orange-ftgroup.com

Site: Lannion

Sujet de la thèse (Titre):

Radio sur fibre pour la future génération de réseau locaux domestiques

Contexte global de l'étude et état de l'art

Les communications par ondes radio sont de plus en plus employées de nos jours dans les réseaux de domicile, grâce à la liberté d'utilisation et de partage d'accès qu'elles fournissent. Il existe un réel besoin aujourd'hui d'augmenter leur capacité à véhiculer des données au delà du Gigabit par seconde afin de rendre possible le déploiement de services innovants et flexibles. La dernière génération des systèmes WLAN (IEEE 802.11n), actuellement en cours de déploiement, a permis d'apporter de nombreuses améliorations par rapport aux standards précédents. Cependant, elle montre déjà ses limites en termes de débits (150-200 Mbps), principalement à cause d'une très mauvaise efficacité de la couche MAC. Le travail de spécification d'une nouvelle génération a déjà commencé à l'IEEE au sein du groupe 802.11ac et ad, avec l'objectif de spécifier un système dual-band fonctionnant à 5GHz et 60GHz et atteignant des débits couche MAC de 1 Gbit/s. En parallèle, le standard ECMA 387 a été déposé sur un système 60GHz et le groupe IEEE 802.15.3c est en train de finaliser un standard sur la même bande radio. Mais ces systèmes auront l'inconvénient, surtout à 60 GHz d'avoir des portées réduites à quelques mètres. L'acheminement vers les antennes des signaux radio sur la fibre optique (RoF) paraît être le moyen incontournable de palier à ce défaut tout en conservant un coût acceptable pour le système final. Plusieurs architectures ont été étudiées au sein de France Telecom pour un tel système sur fibre. Nous avons déjà mené des études sur le cas particulier de la famille de standard UWB et nous avons déposé un brevet sur une architecture RoF multipoint à multipoint. Les problématiques d'architectures RoF multipoint-multipoint et l'association à de nouvelles générations de systèmes radios, opérant sur différentes bandes de fréquence au sein d'un système "agile" est un axe de recherche important. Un projet collaboratif est par ailleurs déposé sur ce sujet afin de bénéficier de l'expérience de partenaires pertinents sur ce sujet et fournira un contexte applicatif pour cette thèse.

Objectifs de la thèse/ Résultats attendus/ Défis scientifiques/techniques à relever.

Les objectifs principaux de la thèse se regroupent en trois catégories :

- Etudier les architectures des systèmes RoF utilisables dans un habitat et établir les bilans de liaison pour ces architectures
- Appliquer ces architectures aux nouveaux standards IEEE802.11ac et ad en déduisant la complexité de la couche MAC optique si elle est nécessaire. Ensuite, réaliser des maquettes pour les architectures sélectionnées en lien avec les partenaires du projet collaboratif ORIGINS (si financé).
- En liaison avec une autre thèse engagée par OrangeLabs "optimisation cross-layer pour la future génération de réseaux locaux domestiques", faire des propositions au sein de l'IEEE pour adapter la couche MAC des nouveaux standards pour permettre un fonctionnement optimal des systèmes RoF afin de simplifier au maximum la couche MAC du réseau optique.

D'un point de vue de la couche physique, la thèse se donne l'ambition d'apporter les innovations qui permettront de résoudre les verrous technologiques suivants:

- Fonctionnement bi-bande et intégration

- Faisabilité et transparence de l'architecture RoF vis-à-vis de la couche MAC radio (en particulier avec contrôle automatique du gain).
- Infrastructure et transducteurs optoélectroniques faible coût, optimisés et intégrés (en partenariat avec des industriels au sein du projet collaboratif ORIGINS)

Approche méthodologique proposée par le responsable technique et planning global du déroulement de la thèse

Les différentes phases nécessaires à cette étude concernent :

- Etat de l'art sur:
 - o technologies radio et radio-fréquence avec étude approfondie des standards radio haut débit existants et en cours de définition
 - o systèmes radio sur fibre pour le réseau local domestique. Ce travail se fera sur la base des résultats que nous avons déjà acquis au sein des projets ANR BILBAO, Techimages, IST IPHOBAC.
 - o technologies et composants photoniques pour le bas coût
- Le travail sera théorique et expérimental pour la conception, la mise en œuvre et la caractérisation d'une maquette de démonstration d'architecture RoF avec:
 - o Analyse des formats radio et compatibilité couche PHY/MAC
 - o Conception et étude de faisabilité du transducteur radio/optique
 - o Spécifications du transducteur RoF
 - o Convergence des services
 - o Montage et mise en œuvre du système radio sur fibre (en partenariat avec les industriels)
 - o Evaluation système des architectures RoF et intégration bas coût des transducteurs RoF

Les compétences recherchées sont:

- un excellent esprit de synthèse et une rapidité de compréhension au vu du très vaste champ d'investigation (couche physique et couche MAC)
- une force de proposition et d'innovation
- de bonnes facultés à présenter ces travaux et à expliquer des concepts compliqués en français et en anglais
- une forte autonomie
- connaissances en optoélectronique, signaux radiofréquences, modulation, télécommunication optique
- expérience de travail en laboratoire (bancs de tests, composants, électronique de base)
- des compétences en programmation (Matlab, Labview ...)

Contributions secondaires si prévues (*participation à des projets collaboratifs*)

Le travail de thèse sera alimenté et à son tour pourra alimenter le projet FUI8 ORIGINS. Cela pourra permettre une bonne collaboration avec des partenaires industriels et des PME.

Orange participe également activement au groupe de standardisation IEEE 802.11ac et ad. Les résultats obtenus par cette thèse et les éventuels brevets pourront également être valorisés au sein de ce groupe.

English version :

Subject of thesis (Title): Radio over Fiber for the future generation of local domestic network

Context of the work and state of the art

The radio communications are extensively used nowadays at home for the freedom of shared access they provide. There is a real need today to increase their ability to transmit data beyond the Gigabit per second to enable the deployment of innovative and flexible services. The latest generation of WLAN systems (IEEE 802.11n), currently being deployed, has made many improvements over previous standards. However, it is already showing its limits in terms of speed (150-200 Mbps), mainly due to very poor efficiency of the MAC layer. The work of specifying a new generation has already begun within the IEEE group 802.11ac/ad, with the objective to specify a dual-band system operating at 5GHz and 60GHz and to reach MAC layer data rates of 1 Gbps. At the same time, the standard ECMA 387 defines a 60GHz system and IEEE 802.15.3c group is finalizing a standard on the same radio band. But the drawback of these systems, especially at 60 GHz, is a very poor coverage of only a few meters. The transport to the antennas of radio signals over fiber (RoF) seems to be the solution to extend the coverage with an acceptable cost for the system. Several architectures have been studied in France Telecom for such a fiber system. We have conducted studies on the particular case of the family of UWB standard and filed a patent on a RoF multipoint to multipoint architecture. There is an important issue in the association of multipoint to multipoint RoF architectures with new generations of radio systems operating on different frequency bands. A collaborative project has been submitted on this subject in order to benefit from the experience of partners on this issue and provide an application context for this thesis.

Objectives of the thesis / Expected results / Scientific and technical challenges

The main objectives of the thesis fall into three categories:

- Study the RoF system architectures for indoor use-cases and establish the link budget for these architectures
- Apply these architectures to the new standards IEEE802.11ac/ad and analyse the complexity of the optical MAC layer if it is needed. Then, make models and mock-ups for these architectures in cooperation with selected partners in the collaborative project ORIGINS (if funded).
- In liaison with an other thesis started in OrangeLabs "cross-layer optimization for the future generation of local home network", make proposals within the IEEE to adapt the MAC layer of the new standards to enable optimal operation of RoF systems, with a MAC layer of the optical network as simple as possible.

The thesis has the ambition to propose innovations in the physical layer that will address the following technological challenges:

- Dual-band operation and integration
- Transparency of the RoF architecture regarding the radio MAC layer (especially with automatic gain control).
- Low cost infrastructure and optoelectronic transducers, with integration and optimization (in partnership with industry in the collaborative project ORIGINS).

Methodological approach proposed and Global Planning of the thesis (outline)

The different phases for this study include:

- State of the art:
 - Deep study of the RF technology for the existing and under definition high bit-rate radio standards
 - Radio over Fiber systems for the domestic use. This work will be done on the basis of results already achieved within our laboratory within the ANR project BILBAO, Techimages, IST IPHOBAC.
 - Photonic technologies and components for low cost

The work will be theoretical and experimental for the design, implementation and characterization of a model demonstration of RoF architecture with:

- Analysis of radio formats and compatibility of PHY / MAC layer
- Design and feasibility study of the radio / optical transducer
- Specifications of the RoF transducer
- Convergence of services
- Installation and implementation of fiber radio system (in partnership with the industry)
- Evaluation of RoF system architectures and integration of low-cost RoF transducers

The skills required are:

- An excellent mind, and speed of understanding given the vast field of investigation (physical layer and MAC layer)
- A force of proposal and innovation
- Good ability to present this work and to explain complicated concepts in French and English
- A high autonomy
- Knowledge of optoelectronics, radio frequency signals, modulation, optical telecommunication
- Experience working in laboratories (test benches, components, basic electronic)
- Programming skills (Matlab, Labview ...)

Secondary contributions (participation in collaborative projects)

The thesis work will be nurtured and will fuel the project FUI8 ORIGINS. This will enable good collaboration with industry partners and SMEs.

Orange is also participating actively in the standardization group IEEE 802.11ac/ad. The results of this thesis and any patents may also be valued in this group.