

# DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LILLE 1



Ecole Doctorale : SPI



Discipline : Micro et Nano Technologies,  
Acoustique et Télécommunications

Nom du candidat : Khaled KILANI

## JURY

### Président de Jury

### Directeur de Thèse

**M. LIENARD** Professeur à l'Université de Lille1, IEMN

### Rapporteurs

**J.-C. LE BUNETEL** Maître de Conférences HDR à l'IUT de Tours

**M. MACHMOUM** Professeur à l'Université de Nantes

### Membres

**K. EL KHAMLI CHI DRISSI** Professeur à Polytech à Clermont-Ferrand

**N. IDIR** Professeur à l'Université de Lille1, IEMN

**V. DEGARDIN** Maître de Conférences HDR à l'Université de Lille1, IEMN

### Invités

**T. LEBRETON** Chef de Projet à Safran Engineering Services

**M. DUNAND** Responsable Recherche Amont à Safran Engineering Services

## TITRE DE LA THESE



**Faisabilité des courants porteurs en ligne  
sur un câble triphasé entre un onduleur MLI  
et un moteur pour des applications avioniques**

## RESUME

L'avion « plus électrique », voire « tout électrique », a pour objectif le remplacement des sources d'énergie hydraulique et pneumatique par des sources électriques. Ces modifications profondes conduisent à une augmentation de la puissance électrique totale nécessaire et à un accroissement des besoins de communication entre systèmes, impliquant des câbles et des connexions supplémentaires, avec des conséquences en termes de poids, de fiabilité et de maintenance. Pour diminuer le nombre de réseaux filaires dédiés aux communications numériques et pour augmenter la fiabilité de la liaison, une des solutions envisageables est l'utilisation des Courants Porteurs en Ligne (CPL), les câbles d'énergie servant de support à la transmission de l'information. Tout en conservant cet aspect avionique, l'objet de notre étude concerne la faisabilité d'une transmission CPL sur un câble de puissance triphasé reliant un convertisseur et un moteur.

Dans un premier temps, les caractéristiques des fonctions de transfert ou gains d'insertion, mesurés sur un banc de test comprenant un moteur et un convertisseur, sont présentées. On a envisagé tout d'abord une communication utilisant simplement 2 fils de phase comme support physique, l'injection et la réception du signal étant réalisées au moyen de deux types de coupleur, capacitif ou inductif. On s'est intéressé ensuite à une transmission dite « MIMO » pour laquelle des signaux sont émis simultanément sur 2 paires de fils de phase et dans ce cas la matrice de transfert du canal a été caractérisée. Les mesures ont été effectuées initialement sur un réseau 3 fils placés à l'intérieur d'un bâtiment, avant d'être menées sur le câble triphasé de puissance reliant onduleur et moteur.

Comme de nombreuses impulsions sont produites par les convertisseurs de puissance à Modulation à Largeur d'Impulsion (MLI), un effort particulier a été porté sur la caractérisation expérimentale de ces bruits et sur leurs paramètres statistiques. Cela a permis d'aboutir à un modèle de bruit qui sera une donnée d'entrée d'un logiciel simulant la liaison numérique entre un moteur et le convertisseur de puissance.

Afin de lutter contre ce bruit impulsif, deux méthodes d'écrêtage de signaux et une méthode de suppression du bruit ont été étudiées. La simulation numérique de la transmission montre que la méthode de suppression de bruit précédée d'un écrêtage des signaux reçus est la méthode la plus performante, en offrant un gain de 6 dB en puissance d'émission par rapport une transmission sans traitement. Ensuite, nous nous sommes intéressés aux performances du standard HomePlug AV dans ses deux modes, robuste (ROBO) et haut débit (AV), en présence du bruit impulsif.

Enfin, les performances en termes de taux d'erreurs binaires (TEB) de la transmission MIMO sur les réseaux indoor et triphasé ont été présentées pour différents types de codage espace-temps (STBC) ou espace - fréquence (SFBC). On a montré que, pour un débit de 5 Mbits/s, une transmission dans le mode ROBO associé à la méthode MIMO-SFBC et une modulation QPSK, offrait un gain de diversité de 5 dB pour une liaison sur le câble triphasé convertisseur – moteur, tout en présentant l'avantage de ne pas nécessiter la connaissance du canal à l'émetteur.

**Soutenance prévue le 12 mars 2013 à 14h00  
Amphi 1A06 - IUT A - Lille1**