

Ecole Doctorale

Mathématiques et Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

Avis de soutenance

Monsieur CHOQUEUSE VINCENT

présentera ses travaux en vue de l'habilitation à diriger des recherches, sur le sujet suivant :

" Apports des techniques de traitement du signal paramétriques pour l'analyse des signaux électriques et les communications optiques cohérentes "

Le vendredi 2 octobre 2020 à 14h

à l'Amphi Stiff - ENIB - Plouzané.

Le jury sera ainsi composé :

- M. ABED-MERAIM KARIM, Professeur des universités

Université d'Orléans - ORLEANS

- M. AUGER FRANCOIS, Professeur des universités

Université de Nantes - SAINT-NAZAIRE

- M. AZOU STEPHANE, Professeur des universités

ENIB - BREST

- M. LARZABAL PASCAL, Professeur des universités

ENS Cachan - CACHAN

- M. PINCEMIN ERWAN, Ingénieur

Orange - LANNION

- M. RADOI EMANUEL, Professeur des universités

Univ. de Bretagne Occidentale - BREST

- M. RICHARD CEDRIC, Professeur des universités

Université Nice Sophia Antipolis - NICE

A BREST, le 24 septembre 2020

Le Président de l'Université de
Bretagne Occidentale,



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Gallo'.

M. GALLOU

Habilitation à Diriger des Recherches : Apport des approches paramétriques pour la surveillance des signaux électriques et les communications optiques cohérentes

Vincent Choqueuse

2 Octobre 2020, 14H, Amphi STIFF, ENIB

L'objectif de cette présentation, réalisée dans le cadre de mon Habilitation à Diriger des Recherches (HDR), est de faire le point sur mes anciennes activités de recherche menées au sein du laboratoire IRDL (UMR CNRS 6027) et de me projeter sur mes nouvelles activités de recherche au sein du Lab-STICC (UMR CNRS 6285). Après un bref résumé de ma carrière d'enseignant-chercheur, cette présentation s'articulera autour de deux parties.

Surveillance des signaux électriques

La première partie de l'exposé se focalisera sur mes activités de recherche menées entre 2008 et 2018 au sein du laboratoire LBMS (EA 4325), devenu IRDL (UMR CNRS 6027) depuis 2016.

- Dans un premier temps, la présentation s'intéressera à la problématique de *surveillance des machines électriques à partir de l'analyse du courant statorique*. Depuis une vingtaine d'années, la communauté du génie électrique s'est intéressée au développement de techniques de surveillance des moteurs et générateurs électriques. L'objectif de ces techniques est d'améliorer la disponibilité des machines via la détection, à un stade précoce, de la présence d'éventuels défauts électriques ou mécaniques. Pour mettre en évidence ces défauts, une approche particulièrement prometteuse repose sur l'analyse du courant statorique (CSA). En présence de défaut, le courant statorique présente de nouvelles composantes fréquentielles, nommées *inter-harmoniques*. Pour détecter ces nouvelles composantes, la plupart des travaux publiés ces dernières années reposent sur l'utilisation de techniques d'analyse spectrale classiques (périodogramme, MUSIC, ESPRIT,...). Ces techniques possèdent toutefois l'inconvénient de n'exploiter que partiellement l'allure spécifique du spectre des signaux électriques. De plus, l'étape d'identification et de détection des inter-harmoniques doit souvent être réalisée manuellement *a posteriori*. Pour pallier ces limitations, nous avons proposé des approches originales basées sur l'utilisation de techniques d'estimation et de détection paramétriques exploitant explicitement la structure spectrale des signaux électriques. La présentation exposera plusieurs de nos contributions sur ce sujet.
- Dans un second temps, la présentation s'intéressera à la problématique de *surveillance des signaux électriques dans les smart-grids*. La transition énergétique reste l'un des plus grands défis sociétaux contemporains. Le passage d'un système énergétique verticalisé reposant sur des sources d'énergies fossiles vers un système énergétique horizontalisé basé, en partie,

sur des sources d'énergies intermittentes et distribuées pose de nouveaux challenges scientifiques et technologiques. Pour assurer l'équilibre entre la production et la consommation d'énergie et garantir une qualité de service acceptable, une solution possible consiste à surveiller le réseau électrique en lui adossant un réseau de communication et de capteurs, une architecture désignée sous le terme anglais *smart-grid*. Dans cette architecture, les capteurs constituent l'épine dorsale du réseau. Ces capteurs, nommés *Phasor Measurement Units* (PMU), permettent de relever et de transmettre certaines grandeurs des signaux de tension vers les organes décisionnels du réseau. Techniquement, l'extraction des grandeurs d'intérêt peut être reformulée comme une problématique d'estimation de la fréquence fondamentale et des amplitudes complexes associées sur les trois phases. Pour améliorer les performances d'estimation, plusieurs auteurs ont proposé d'exploiter l'aspect multi-dimensionnel du signal triphasé en utilisant un prétraitement basé sur la transformée de Clarke. Nos travaux ont montré que cette transformée est mal adaptée à l'analyse des signaux pouvant présenter des déséquilibres. Partant de ce constat, nous avons développé de nouvelles techniques d'analyse des signaux triphasés basées sur des transformations statistiques multidimensionnelles. La présentation illustrera notamment l'apport de la PCA et de la SVD. Elle montrera notamment l'apport de ces approches pour l'estimation des paramètres du signal triphasé et pour la détection/classification des déséquilibres.

Compensation des imperfections dans les chaînes de communication optiques cohérentes

Le seconde partie de l'exposé s'intéressera à mes activités de recherche menées depuis fin 2018 au sein du laboratoire Lab-STICC (UMR CNRS 6285). Ces activités concernent le développement *d'algorithmes de compensation dans les chaînes de communication optiques cohérentes*. Les systèmes de communication par fibre optique restent le moyen le plus efficace pour transmettre de l'information sur de longues distances avec un débit élevé. L'intégration de plusieurs technologies comme la détection cohérente, l'utilisation de formats de modulation avancés et le multiplexage en polarisation permettent aujourd'hui d'atteindre des débits très élevés. L'utilisation de ces technologies sophistiquées rend toutefois les performances de ces systèmes particulièrement sensibles à la présence de distorsions ou d'imperfections du matériel. Pour améliorer la robustesse du système, une solution possible consiste à adopter une approche paramétrique d'estimation/compensation. Dans cette partie, je présenterai une structure de réseau multi-couches paramétrique supervisé, nommé PhyCOM-Net, permettant de compenser les imperfections et distorsions du système de communication. Dans un premier temps, je m'intéresserai au cas spécifique des couches linéaires et linéaires au sens large et à des structures de réseau particulières. Dans un second temps, cette structure sera étendue à des configurations plus complexes (couches non-linéaires, etc).