

Fiche sujet de thèse 2018 – Groupe GEN2RI – LIAS – Équipe A&S

Titre : Optimisation de l'architecture et gestion des flux énergétiques d'un micro réseau

Titre : Architectures Optimization and Energy Management in MicroGrids

Mots clés : énergies renouvelables, systèmes multi sources, micro réseau DC, convertisseurs de puissance, algorithmes de contrôle avancés, commande robuste, commande non linéaire, stratégie optimale, contrôle des flux énergétiques

Lieu de travail [Obligatoire] :

Laboratoire d'Informatique et d'Automatique pour les Systèmes (LIAS) – Équipe A&S
Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Poitiers (ENSIP) – Université de Poitiers

Présentation de l'équipe de recherche [Obligatoire] :

Equipe: Automatique & Système

Groupe: Gestion des énergies renouvelables et réseaux intelligents (GEN2RI)

Les principaux thèmes abordés actuellement dans ce groupe se décomposent autour des axes principaux énoncés ci-dessous :

- optimisation multicritère pour le dimensionnement de systèmes hybrides de production renouvelable;
- analyse et gestion des flux d'énergies dans les configurations isolées ou connectées au réseau de distribution;
- optimisation des architectures et développement de topologies innovantes de convertisseurs de puissance;
- maximalisation de l'extraction de puissance des structures de production décentralisée dans des conditions défavorables;
- modélisations et élaborations de commandes avancées des convertisseurs de puissance;
- surveillance et quantification de la qualité de l'énergie des réseaux électriques;
- évaluation des marges fonctionnelles entre énergie et signal sur un réseau de distribution basse tension.

Résumé en Français :

L'objectif de ce travail de thèse est d'élaborer des micro-réseaux DC couplés à un réseau alternatif de distribution, dans le cadre de l'habitat résidentiel ou tertiaire, basés sur une production décentralisée issue des énergies renouvelables avec un stockage. Les principales tâches seront l'optimisation de l'architecture globale, de la gestion des flux énergétiques et la conception de commande avancées des convertisseurs de puissance. Une attention particulière sera portée sur le contrôle du bus continu avec une connexion directe des charges usuelles à partir du réseau continu interne et en incluant la problématique des véhicules électriques mobiles. Des algorithmes de commande avancée ou d'optimisation seront élaborés également.

Résumé en Anglais :

This thesis work objective is to develop internal DC micro grid coupled with alternative distribution network in detached or group housing, based on a decentralized production from renewable energies with storage. The main tasks will be the optimization of the overall architecture, the energy power flow management and the design of advanced control power converters. Particular attention will be given to the control of the continuous bus with usual loads directly connected to the continuous internal network and including the problematic of electric vehicles. Advanced control or optimization algorithms will be developed as well.

Description complète du sujet de thèse :

Contexte et motivations :

Ce projet de recherche s'insère dans le cadre des travaux d'investissement conséquent consenti par le laboratoire sur le développement d'une plateforme de recherche Micro Grid avec le projet FEDER/CPER 2014-2020. Par ailleurs, cette thématique sur l'intégration et la gestion des systèmes de production décentralisée, interconnectés ou autonomes, basés sur les énergies renouvelables, associés ou non à du stockage permanent ou transitoire, constitue des compétences développées depuis plus d'une décennie au sein du LIAS.

Description du sujet de thèse:

Un micro-réseau offre de nombreux avantages en termes de sécurité, autonomie et capacité d'intégration de la puissance distribuée. D'un point de vue réseau, le micro-réseau peut être considéré comme une entité contrôlable qui peut fonctionner comme une seule charge agrégée ou même comme une petite source ou un service auxiliaire pour soutenir le réseau principal. En effet, un micro-réseau peut offrir des services systèmes tel que : l'amélioration de la fiabilité, la réduction des pertes électriques en ligne sur le réseau public, avoir un impact sur les stratégies de remplacement ou d'extension des infrastructures de transport et de distribution sur toutes les échelles (régionale, nationale et européenne). D'un point de vue du consommateur, un micro-réseau peut offrir une meilleure qualité de l'énergie et plus de fiabilité dans l'approvisionnement en énergie et garantir la continuité des missions qu'elle assure.

Les tâches essentielles allouées aux micro-réseaux sont : la régulation du flux de puissance, la resynchronisation entre le micro-réseau et le réseau principal, la régulation de la tension et de la fréquence en alternatif dans les deux modes de fonctionnement (ilotage et interconnecté) et l'optimisation du rendement de l'ensemble. La conception de la commande la plus appropriée doit couvrir toutes les responsabilités des contrôleurs d'un micro-réseau et répondre aux contraintes définies. En prenant en compte toutes les exigences et sur la base des normes en vigueur, le but est de concevoir et valider un contrôle hiérarchique des micro-réseaux sur quatre niveaux : contrôle externe, gestion de l'énergie, gestion de la puissance et contrôle local rapproché.

L'objectif de cette thèse est d'étudier la conception optimale d'une architecture, la planification dynamique et le contrôle d'un micro-réseau afin de minimiser le coût global de l'électricité tout en satisfaisant le bilan énergétique et les contraintes liées aux sources d'énergie renouvelable. Les fortes incertitudes de l'offre et de la demande peuvent poser des difficultés majeures dans la planification et la commande, cela représente une contrainte incontournable. Un accent particulier sera mis sur les stratégies de contrôle rapproché des convertisseurs de puissance en faisant appel à des commandes avancées telles que la commande robuste et non linéaire. Des connaissances solides en automatique sont donc indispensables.

Encadrements :

Jean-Paul GAUBERT, Professeur

Driss MEHDI, Professeur

Nezha TRIGEASSOU, Maître de Conférences HDR

Laboratoire d'accueil : LIAS – ENSIP, Université de Poitiers

Objectifs scientifiques de la thèse [Obligatoire] :

Les principaux objectifs fixés dans le cadre de cette thèse peuvent se résumer ainsi :

- favoriser le développement des systèmes de production d'énergie électrique à base de sources d'énergies renouvelables ;
- promouvoir des thématiques de recherche transverses et innovantes entre automaticiens et électrotechniciens sur un système applicatif complexe et ambitieux.
- développer des compétences affirmées pour notre unité de recherche dans le domaine de l'intégration et de la commande avancée des systèmes de production décentralisée multi sources sur des réseaux ou micro réseaux électriques locaux, interconnectés ou autonomes ;
- élaborer et valider le concept d'un micro réseau continu basé sur la production d'énergie électrique multi sources renouvelable avec stockage au sein d'un laboratoire de recherche universitaire et contribuer au développement de bâtiments durables;
- entreprendre des collaborations scientifiques avec nos partenaires pour inclure les systèmes communicants afin de tendre vers les bâtiments intelligents et son interaction avec les réseaux intelligents;
- exercer le rôle d'expert et de support de conception sur les systèmes micro réseau continu intégrant des énergies renouvelables dans des programmes de recherche nationaux ou internationaux et à l'attention des développeurs industriels potentiels.

Compétences à l'issue de la thèse [Obligatoire] :

Le candidat aura développé des compétences pluridisciplinaires en automatique, électronique de puissance et en informatique pour la simulation et l'implémentation en temps réels des algorithmes de commande. L'expérience acquise lors des validations expérimentales sur les différents bancs de test du laboratoire sera un atout pour son parcours professionnel. Il aura une vision générale des systèmes d'intégration des énergies renouvelables et sera en mesure d'appréhender des projets industriels ou académiques relevant de ces différentes compétences. Son expertise lui permettra d'identifier les verrous restants et énoncer des perspectives explicites.

Expérience/profil souhaité(e)

Formation en Automatique et Génie Électrique

Issu d'une formation en Automatique et Génie Électrique, le candidat devra avoir une très bonne connaissance des architectures d'électronique de puissance pour la maîtrise de l'énergie électrique et des méthodes de commande avancées pour piloter ces systèmes. Ce sujet requiert donc des compétences pluridisciplinaires en automatique, électronique de puissance et en informatique pour la simulation et l'implémentation en temps réel des algorithmes de commande. Des notions et une expérience sur le logiciel scientifique Matlab-Simulink™ sont souhaitées. Le candidat devra avoir une approche méthodique et rigoureuse dans la conduite de ses investigations et un intérêt réel pour le fonctionnement en équipe. Une maîtrise parfaite de l'anglais est indispensable.