

Proposition de sujet de stage de niveau M2

Equipe encadrante :

Prof. Serge Pierfederici, LEMTA, Nancy

Prof. Jean-Pierre Barbot, LS2N, Nantes

Prof. Mickaël Hilairet, LS2N, Nantes

Lieu du stage : Nancy ou Nantes

Date du stage : Mars à juillet 2023

Financement : ANR-22-CE05-0026, projet GENIAL

Rémunération : 4,05€/h, soit environ 530 à 630€/mois

Positionnement :

La gestion des flux de puissance dans un micro-réseau à topologie évolutive (c.-à-d. une architecture de puissance reconfigurable par ajout/suppression de constituants, modification topologique de la structure du micro-réseau et intégrant des contraintes d'efficacité énergétique et matériel (retard et quantification des données)) est un challenge à la fois théorique et applicatif à fort impact socio-économique. L'un des principaux verrous est lié à la conception de la structure de commande la plus adaptée à ce type de problématique.

Trois approches sont habituellement proposées pour la gestion des flux de puissance dans les micro-réseaux. La première, centralisée permet d'avoir une vision d'ensemble du système à contrôler et permet d'atteindre un optimum global intégrant les différentes contraintes notamment en présence de sources antagonistes (fonctionnement à puissance maximale ou rendement maximal ou définition d'un point de fonctionnement pour la stabilisation globale du micro-réseau). Cela s'obtient toutefois en ayant recours à un organe central de calcul, à l'utilisation d'un réseau de communication à large bande passante et à des reconfigurations de la commande lors de changements topologiques du micro-réseau. La seconde approche est fondée sur une gestion décentralisée des flux de puissance. Dans cette approche, les systèmes sont connectés au micro-réseau DC et les contrôleurs locaux ne disposent d'aucune information relative aux autres constituants du micro-réseau. Il s'agit alors pour les sources et les éléments de stockage connectés au micro-réseau d'assurer une équi-répartition des puissances fournies par les sources, l'équilibre des états de charge pour le stockage et le maintien du plan de tension, tout en intégrant les contraintes d'efficacité énergétique et de stabilité. Dans cette approche, un optimum global n'est pas atteignable mais la commande est robuste au changement topologique du micro-réseau (ne nécessite aucune reconfiguration de la commande). La dernière approche résulte d'un compromis entre ces deux approches. Elle part du principe que chaque élément du système doit pouvoir fonctionner sans réseau de communication (mode décentralisé) mais qu'une optimisation est possible si on dispose d'un réseau de communication mono ou bidirectionnel même bas débit. Il est alors possible de faire converger le système vers un optimum global en régime stationnaire si le réseau de communication est causal.

Objectifs :

Durant ce stage, deux approches vont être investiguées pour un micro-réseau du type pile à combustible/supercondensateurs ou batterie/supercondensateurs. La première sera fondée sur une commande centralisée et la seconde sur une commande distribuée avec un réseau de communication du type CAN intégrant les contraintes technologiques (retard et quantification des données).

Dans un second temps, les commandes développées seront étendues au cas des systèmes multi-sources. En particulier, nous nous intéresserons à la fragmentation en puissance des piles à combustible et au développement de la commande associée afin de maximiser le rendement et la durée de vie du système pile. L'étude de la stabilité du réseau se fera elle aussi par deux approches, l'une par la recherche d'une Lyapunov globale dans le cas où la reconfiguration du réseau admet une telle solution et autrement par une approche de type multi-Lyapunov pour se donner plus de degrés de liberté dans notre étude de la stabilité.