

## Proposition de sujet de thèse CN-Renault 2022

### Sujet : Gestion optimisée d'énergie et contrôle des VE avec prolongateur d'autonomie à hydrogène

**Contexte et objectifs :** Ce travail sera effectué dans le cadre de la chaire entre Centrale Nantes et Renault en collaboration avec l'Université d'Alabama, Huntsville (USA). Dans un premier temps le contrôle des sources-stockage d'énergie (batteries, piles à combustible, super-condensateurs) du véhicule électrique (VE) et sa chaîne de conversion d'énergie (convertisseurs statiques, moteurs électriques) sera étudié. Dans un second temps, la gestion optimisée de l'énergie de l'ensemble en interaction avec le réseau routier : temps de charge (batteries-hydrogène), disponibilité (nombre de station de recharge, temps d'attente), coût (prix de l'énergie et maintenance), température, etc..., sera développée. L'ajout de la pile à combustible permet de solutionner le problème d'autonomie du VE sans avoir recours à une augmentation déraisonnée de la quantité de batteries embarquées. C'est un sujet qui intéresse des industriels comme Renault et un des thèmes majeurs retenu dans le cadre de l'action nationale du groupe de travail CSE (Commande des Systèmes Electriques) de l'inter SAGIP-SEEDS <http://www.irccyn.ec-nantes.fr/CE2>. Ce sujet s'inscrit également dans le projet CPER GENIUS <https://www.ec-nantes.fr/centrale-nantes/actualites/genius-le-projet-autour-de-la-production-du-stockage-et-de-lutilisation-de-lhydrogene-vert-obtient-un-financement-de-2-8-m>, qui consiste à construire une plateforme d'essai à l'échelle 1 associant les énergies renouvelables, le stockage à base de l'hydrogène, des batteries et des super-condensateurs.

#### Objectifs visés :

- Contrôle et surveillance de chaque élément de l'ensemble (batteries, piles à combustible, super-condensateurs, convertisseurs statiques, moteurs électriques) : dynamiques et durée de vie différentes.
- Gestion d'énergie optimisée : rendement, coût, disponibilité, maintenance, sécurité.
- Validation des stratégies développées en simulation et sur bancs d'essais.

#### Plan de la thèse :

- Première année : Bibliographie sur la modélisation, le contrôle et la gestion d'énergie (8 mois). Pendant les 4 mois restants, proposition d'un simulateur sous Matlab-Simulink.
- Deuxième année : Définition d'une ou plusieurs méthodologies de Contrôle et de Gestion tenant compte des limitations des actionneurs en amplitude et en bande passante. Validation sur simulateur. Rédactions de brevets et d'articles.
- Troisième année : Étude de la maintenance et du diagnostic/pronostic d'une partie ou de l'ensemble du système de propulsion du VE. Rédactions de brevets, d'articles et de la thèse.

#### Compétences requises et profil du candidat :

- Automatique. Connaissances et compétences en contrôle et en optimisation.
- Systèmes électriques. Sources/stockage d'énergie, électronique de puissance-moteurs électriques.
- Le candidat doit être titulaire d'un Master Recherche 2 dans les domaines suivants : propulsion électrique et son contrôle/optimisation.

#### Contacts et financement :

Pr. Malek GHANES. Directeur de la chaire. Centrale Nantes, LS2N, CNRS UMR 6004

Tel : 02 40 37 69 13, Email : [Malek.Ghanes@ec-nantes.fr](mailto:Malek.Ghanes@ec-nantes.fr)

Le financement est disponible par la chaire. Salaire net mensuel : 1587 € (+ éventuellement 64h d'enseignement par an, environ 35€/h). Durée : 3 ans. Début : 01/10/2022.

#### Références bibliographiques non exhaustives

- [1] Dahmane, Y., Chenouard, R., Ghanes, M., & Alvarado-Ruiz, M. (2021). Optimized time step for electric vehicle charging optimization considering cost and temperature. *Sustainable Energy, Grids and Networks*, 26, 100468.
- [2] Shtessel, Y. B., Ghanes, M., & Ashok, R. S. (2020). Hydrogen fuel cell and ultracapacitor based electric power system sliding mode control: electric vehicle application. *Energies*, 13(11), 2798.
- [3] Al Attar, H., Hamida, M. A., Ghanes, M., & Taleb, M. (2021). LLC DC-DC Converter Performances Improvement for Bidirectional Electric Vehicle Charger Application. *World Electric Vehicle Journal*, 13(1), 2.
- [4] Hilaret, M., Ghanes, M., Béthoux, O., Tanasa, V., Barbot, J. P., & Normand-Cyrot, D. (2013). A passivity-based controller for coordination of converters in a fuel cell system. *Control engineering practice*, 21(8), 1097-1109. (best paper award).

## PhD Proposal, CN-Renault, 2022

### Subject: Optimized energy management and control of EVs with hydrogen range extender

**Context and objectives:** This work will be carried out within the framework of the Chair between Centrale Nantes and Renault in collaboration with Huntsville University, Alabama (USA). First, the control of energy sources-storage (batteries, fuel cells, super-capacitors) of the electric vehicle (EV) and its energy conversion chain (static converters, electric motors) will be studied. Second, the optimized energy management of the EV in interaction with the road network: charging-time (batteries-hydrogen), availability (number of charging stations, waiting-time), cost (price of energy and maintenance), temperature, etc..., will be investigated. The fuel cell allows to solve the range problem of EVs without increasing the on-board batteries quantity. This is a challenging subject that interests' manufacturers such as Renault and it is also one of the major research axis of the national action of the CSE working group (Commande des Systèmes Electriques) of the inter SAGIP-SEEDS <http://www.irccyn.ec-nantes.fr/CE2>. This subject is also within the CPER GENIUS project <https://www.ec-nantes.fr/centrale-nantes/news/genius-project-on-the-production-storage-and-use-of-green-hydrogen-receives-2-8m-in-funding>, that consist to develop a test-bench with a real power (scale 1) combining renewables energies, hydrogen based storage, batteries and supercapacitors.

#### Goals:

- Control and monitoring of each element of the EV propulsion system (batteries, fuel cells, super-capacitors, static converters, electric motors): different dynamics and lifetime.
- Optimized energy management: efficiency, cost, availability, maintenance, safety.
- Validation of the strategies developed in simulation and on test benches.

#### Thesis roadmap:

- First year: Bibliography on modelling, control and energy management (8 months). During the remaining 4 months, a simulator under Matlab-Simulink should be proposed.
- Second year: Definition of one or more Control and Management methodologies taking into account the limitations of the actuators in terms of amplitude and bandwidth. Methodologies have to be validated on the simulator. Patents and articles have to be submitted.
- Third year: Study of the maintenance and diagnosis/prognosis of one or all parts of the EV propulsion system. Patents and articles have to be submitted and the thesis has to be written.

#### Required skills and candidate profile:

- Knowledge and skills in control and optimization.
- Knowledge and skills in energy sources/storage, power electronics-electric motors.
- The candidate must hold a Research Master 2 in the following fields: electric propulsion and its control/optimization.

#### Contacts and funding:

Pr. Malek GHANES. Director of the Chair. Centrale Nantes, LS2N, CNRS UMR 6004

Tel: 02 40 37 69 13, Email: [Malek.Ghanes@ec-nantes.fr](mailto:Malek.Ghanes@ec-nantes.fr)

Funding is available through the Chair. Net salary per month: 1587 € (+ eventually 64h of teaching per year, around 35€/h). Duration: 3 years. Start: 01/10/2022.

#### Non exhaustives references:

- [1] Dahmane, Y., Chenouard, R., Ghanes, M., & Alvarado-Ruiz, M. (2021). Optimized time step for electric vehicle charging optimization considering cost and temperature. *Sustainable Energy, Grids and Networks*, 26, 100468.
- [2] Shtessel, Y. B., Ghanes, M., & Ashok, R. S. (2020). Hydrogen fuel cell and ultracapacitor based electric power system sliding mode control: electric vehicle application. *Energies*, 13(11), 2798.
- [3] Al Attar, H., Hamida, M. A., Ghanes, M., & Taleb, M. (2021). LLC DC-DC Converter Performances Improvement for Bidirectional Electric Vehicle Charger Application. *World Electric Vehicle Journal*, 13(1), 2.
- [4] Hilaiet, M., Ghanes, M., Béthoux, O., Tanasa, V., Barbot, J. P., & Normand-Cyrot, D. (2013). A passivity-based controller for coordination of converters in a fuel cell system. *Control engineering practice*, 21(8), 1097-1109. (best paper award).