


English version at page 4

Job title	Etude de l'interaction entre la pile à combustible et le convertisseur statique en cas de défaillances électrique ou électrochimique : modélisation, diagnostique et contrôles robuste et tolérant aux fautes
Job type (PhD, Post-doc, Engineer)	Doctorat
Contract duration (months)	36 mois – environ 1650 euros net par mois
Qualifications (Master degree, PhD...)	Diplômes Ingénieur ou Master en Génie Electrique
Job hours (full time/ part time)	Temps plein
Employer	UBFC (Univ. Bourgogne Franche-Comté)
Funding associations	Graduate School EIPHI & Region Bourgogne Franche-Comté
Host Laboratory	FEMTO-ST Institute, Département Energie, équipe SHARPAC
URL Host Laboratory	https://www.femto-st.fr
Address Host Laboratory	FEMTO-ST, Equipe SHARPAC, Plateforme Hydrogène – Energie, Rue Edouard Belin, 90000 Belfort Cedex
Job description	<p>Les véhicules électriques à pile à combustible (FCEV) utilisent la pile à combustible à membrane échangeuse de protons (PEMFC) comme principale source d'énergie et d'un système de stockage d'énergie (batterie ou super-condensateurs) pour fournir de l'électricité. Pour améliorer la durée de vie des piles à combustible et réduire le coût des FCEV, un convertisseur de puissance à haute efficacité, basé sur des composants grand gap (GaN ou SiC selon les niveaux de tensions et la puissance envisagés) et à fiabilité renforcée est essentiel pour relier la PEMFC au bus continu du véhicule. Cependant, les interrupteurs semi-conducteurs de puissance d'un convertisseur de puissance sont des composants relativement fragiles, qui sont largement affectés par les conditions de fonctionnement et les régimes transitoires provoqués par la charge. D'un autre côté, le PEMFC a des caractéristiques de dégradation sensibles qui peuvent être influencées par le convertisseur statique connecté. Cependant, dans la littérature, la plupart des études de dégradation des PEMFC se sont concentrées uniquement sur une charge à courant constant, tandis que les interactions entre la dégradation de la PEMFC et le convertisseur sont rarement discutées. Il a été démontré que les harmoniques basse et haute fréquence du courant de charge, introduites par le convertisseur statique, contribuent grandement à la dégradation de la PEMFC. Dans ce contexte, l'objectif</p>

	<p>de ce projet est de proposer une nouvelle conception de convertisseur de puissance et sa commande tolérante aux pannes en considérant l'interaction des caractéristiques de puissance entre la PEMFC et le convertisseur statique considéré. Pour atteindre cet objectif, la première étape consiste à concevoir une topologie de convertisseur statique appropriée avec une redondance matérielle intégrée. Sur la base de la topologie développée, une unité de diagnostic et de pronostic des défauts du convertisseur sera ensuite construite. Deuxièmement, une étude des dégradations PEMFC associées pour un fonctionnement normal et un fonctionnement à tolérance de pannes du convertisseur sera abordée. Grâce à cette étude, un modèle d'état de santé PEMFC prenant en compte les influences des caractéristiques de puissance du convertisseur de puissance connecté sera construit et ajouté à l'unité de pronostic du convertisseur. En utilisant cette approche, l'état de santé de la PEMFC connecté au convertisseur de puissance peut être fourni au contrôleur du convertisseur pour optimiser davantage la stratégie du contrôle à tolérance de panne pour l'association PEMFC / convertisseur.</p> <p><u>Les principaux objectifs de cette activité, au travers d'une thèse de doctorat, sont les suivants :</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Développement d'une topologie de convertisseur de puissance pour application FCEV avec redondance matérielle inhérente et capacité de tolérance aux pannes. 2. Étudier les influences sur l'état de santé du PEMFC lorsque le convertisseur de puissance proposé fonctionne dans des conditions tolérantes aux pannes et dans des conditions normales. 3. Développement d'une méthode appropriée de diagnostic et de pronostic des pannes pour le système combiné de conversion de puissance de la pile à combustible et du convertisseur. 4. Validation du convertisseur et de la commande à tolérance de panne développés sur un banc de test au laboratoire <p><u>Références :</u></p> <p>[1]. S. Zhuo, A. Gaillard, L. Xu, D. Paire, and F. Gao, "Extended state observer-based control of DC-DC converters for fuel cell application," IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 35, no. 9, pp. 9923-9932, Sept. 2020.</p> <p>[2] S. Zhuo, A. Gaillard, Q. Li, R. Ma, D. Paire, and F. Gao, "Current ripple optimization of four-phase floating interleaved dc-dc boost converter under switch fault," IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 56, no. 4, pp. 4214-4224, July-Aug., 2020.</p> <p>[3] S. Zhuo, A. Gaillard, L. Xu, C. Liu, D. Paire, and F. Gao, "An observer-based switch open-circuit fault diagnosis of dc-dc converter for fuel cell application," IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 56, no. 3, pp. 3159-3167, May-June, 2020.</p>
Supervisor(s)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Directeur de thèse : Prof. Fei GAO ▪ Co-directeur de thèse : Dr. Arnaud GAILLARD
Candidate profile	Candidat.e ayant des connaissances larges en électronique de puissance et des piles à hydrogène dans le cadre de l'électro-mobilité
Keywords	Pile à Hydrogène, Electronique de puissance, Semiconducteurs GaN, Diagnostic, Banc et Essais expérimentaux



Application deadline	06/06/2021
Starting Job	01/10/2021
Application <i>Depending on the type of position</i>	<p>Les candidat.e.s intéressé.e.s doivent envoyer un dossier de candidature à : arnaud.gaillard@ubfc.fr</p> <p>Le dossier de candidatures comportera les pièces suivantes :</p> <ol style="list-style-type: none">1) Un Curriculum Vitae2) Une lettre de motivation précisant votre projet professionnel et pourquoi vous voulez faire une thèse de doctorat3) Deux lettres de recommandation4) Vos relevés de notes des deux dernières années.



English version

Job title	Study of the interaction between the fuel cell and the static converter in the event of electrical or electrochemical failures: modeling, diagnostics and robust and fault-tolerant controls
Job type (PhD, Post-doc, Engineer)	PhD
Contract duration (months)	36 months – 1650 euros/month
Qualifications (Master degree, PhD...)	Master degree in Electrical Engineering
Job hours (full time/ part time)	Full Time
Employer	UBFC (Univ. Bourgogne Franche-Comté)
Funding associations	Graduate School EIPHI & Region Bourgogne Franche-Comté
Host Laboratory	FEMTO-ST Institute, Energy Department, SHARPAC team
URL Host Laboratory	https://www.femto-st.fr
Address Host Laboratory	FEMTO-ST, Equipe SHARPAC, Plateforme Hydrogène – Energie, Rue Edouard Belin, 90000 Belfort Cedex
Job description	<p>Fuel cell electric vehicles (FCEVs) use the Proton Exchange Membrane Fuel Cell (PEMFC) as the primary source of energy and an energy storage system (battery or supercapacitors) to provide power electricity. To improve the lifespan of fuel cells and reduce the cost of FCEVs, a high-efficiency power converter, based on wide band-gap components (GaN or SiC depending on the voltage and power levels envisaged) and with enhanced reliability is essential for connecting the PEMFC to the vehicle's DC bus.</p> <p>However, the semiconductor power switches of a power converter are relatively fragile components, which are largely affected by the operating conditions and transient conditions caused by the load.</p> <p>On the other hand, the PEMFC has sensitive degradation characteristics which can be influenced by the connected static converter. However, in the literature, most PEMFC degradation studies have focused only on constant current charging, while the interactions between PEMFC degradation and the converter are rarely discussed.</p> <p>The low and high frequency harmonics of the load current, introduced by the static converter, have been shown to greatly contribute to the degradation of the PEMFC. In this context, the objective of this project is to propose a new design of power converter and its fault tolerant control by considering the interaction of the power characteristics between the PEMFC and the considered static converter.</p>

	<p>To achieve this goal, the first step is to design an appropriate static converter topology with built-in hardware redundancy. Based on the developed topology, a converter fault diagnosis and prognosis unit will then be built.</p> <p>Second, a study of the associated PEMFC degradations for normal operation and fault tolerant operation of the converter will be discussed. Through this study, a PEMFC health state model taking into account the influences of the power characteristics of the connected power converter will be constructed and added to the converter prognosis unit.</p> <p>Using this approach, the health status of the PEMFC connected to the power converter can be provided to the converter controller to further optimize the fault-tolerant control strategy for the PEMFC / converter combination.</p> <p><u>The main objectives of this activity, through a doctoral thesis, are as follows:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Development of a power converter topology for FCEV application with inherent hardware redundancy and fault tolerance capability. 2. Investigate the influences on the state of health of the PEMFC when the proposed power converter operates under fault tolerant conditions and under normal conditions. 3. Development of an appropriate method of fault diagnosis and prognosis for the combined fuel cell and converter power conversion system. 4. Validation of the fault tolerant converter and control developed on a test bench in the laboratory. <p><u>References :</u></p> <p>[1]. S. Zhuo, A. Gaillard, L. Xu, D. Paire, and F. Gao, "Extended state observer-based control of DC-DC converters for fuel cell application," IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 35, no. 9, pp. 9923-9932, Sept. 2020.</p> <p>[2] S. Zhuo, A. Gaillard, Q. Li, R. Ma, D. Paire, and F. Gao, "Current ripple optimization of four-phase floating interleaved dc-dc boost converter under switch fault," IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 56, no. 4, pp. 4214-4224, July-Aug., 2020.</p> <p>[3] S. Zhuo, A. Gaillard, L. Xu, C. Liu, D. Paire, and F. Gao, "An observer-based switch open-circuit fault diagnosis of dc-dc converter for fuel cell application," IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 56, no. 3, pp. 3159-3167, May-June, 2020.</p>
Supervisor(s)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Thesis supervisor : Prof. Fei GAO ▪ Thesis co-supervisor : Dr. Arnaud GAILLARD
Candidate profile	Candidate with broad knowledge in power electronics and hydrogen fuel cells in the context of electro-mobility
Keywords	Hydrogen Fuel Cell, Power Electronics, SiC/GaN Semiconductors, Diagnostics, Experimental Test Benches
Application deadline	06/06/2021
Starting Job	01/10/2021



Application

*Depending on the
type of position*

Interested candidates must send an application file to:

arnaud.gaillard@ubfc.fr

The application file will include the following documents:

- 1) A Curriculum Vitae
- 2) A cover letter specifying your professional project and why you want to do a doctoral thesis
- 3) Two letters of recommendation
- 4) Your transcripts and ranks for the past two years.