



Avis de Soutenance

Monsieur KUI CHEN

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **mercredi 25 novembre 2020** à 14h00

Lieu : Université de technologie de Belfort Montbéliard (UTBM), Rue thierry Mieg, 90000, Belfort

Salle : Amphi I102

Titre des travaux : Modélisation et estimation de la dégradation des piles à combustible PEM en conditions réelles d'utilisation pour les applications mobiles

Ecole doctorale : SPIM - Sciences Physiques pour l'Ingénieur et Microtechniques

Section CNU : 63

Unité de recherche : FEMTO-ST Franche Comté Electronique Mécanique Thermique et Optique - Sciences et Technologies

Directeur de thèse : Salah LAGHROUCHE

Codirecteur de thèse : Abdesslem DJERDIR HDR NON HDR

Soutenance : Publique A huis clos

Membres du jury :

<u>Nom</u>	<u>Qualité</u>	<u>Etablissement</u>	<u>Rôle</u>
M. Salah LAGHROUCHE	Maître de conférences	Université Bourgogne - Franche-Comté	Directeur de thèse
M. Patrice WIRA	Professeur des Universités	Université de Haute Alsace	Rapporteur
M. Ali SARI	Professeur des Universités	Université Claude Bernard Lyon 1	Rapporteur
M. Rachid OUTBIB	Professeur des Universités	Aix-Marseille Université	Examineur
M. Bruno DOUINE	Professeur des Universités	Université de Lorraine	Examineur
M. Abdellatif MIRAOUI	Professeur des Universités	Université de technologie de Belfort Montbéliard (UTBM)	Examineur
M. Abdesslem DJERDIR	Professeur des Universités	Université de technologie de Belfort Montbéliard (UTBM)	Co-directeur de thèse

Mots-clés : Les piles à combustible à membrane échangeuse de de protons (PEMFC),véhicule électrique à pile à combustible,pronostic,méthode axée sur les modèles,méthode basée sur les données,

Résumé de la thèse (en français) :

La PEMFC sont une source d'énergie propre en raison de ses avantages comme une efficacité énergétique élevée, un faible bruit, une température de fonctionnement faible et zéro polluant. Cependant, la courte durée de vie causée par la dégradation a un grand impact sur l'intégration de la PEMFC dans les systèmes de transport. Le pronostic et la gestion de la santé sont un moyen important pour améliorer les performances et la durée de vie de la PEMFC. Cette thèse présente cinq méthodes de pronostic de dégradation pour la PEMFC. Elle examine l'influence des principales conditions de fonctionnement, incluant le courant de charge, la température, la pression d'hydrogène et l'humidité relative, sur la dégradation de la PEMFC. La dégradation globale et les phénomènes réversibles sont analysés en se basant sur les données numériques issues de trois expériences de PEMFC menées dans des conditions différentes d'usage (une flotte de véhicules à PEMFC et deux bancs de test de type laboratoire). Un premier modèle basé sur l'algorithme de filtre de Kalman UKF (Unscented Kalman Filter) et le modèle de dégradation de la tension est proposé pour prédire la dégradation de la PEMFC dans les véhicules électriques à pile à combustible. Puis, la méthode hybride basée sur l'analyse des ondelettes, la machine d'apprentissage extrême et l'algorithme génétique est proposée pour construire un deuxième modèle de dégradation de la PEMFC. Pour prévoir la dégradation du PEMFC avec des données de expérimentales limitées, la méthode améliorée basée sur la combinaison du modèle des réseaux de neurones gris, l'optimisation de l'essaim de particules et les méthodes de fenêtre mobile, est utilisée pour développer le troisième modèle. La quatrième contribution est un modèle de pronostic de vieillissement de la PEMFC fonctionnant dans différentes conditions, en utilisant le réseau neuronal de rétro-propagation et l'algorithme évolutif. Enfin, un pronostic de dégradation de la PEMFC basé sur le réseau neuronal en ondelettes et l'algorithme de recherche du coucou est proposé pour prédire la durée de vie restante de la PEMFC.

Abstract (in English):

Proton Exchange Membrane Fuel Cells (PEMFC) is a clean energy source because of the merits like high energy efficiency, low noise, low operating temperature, and zero pollutants. However, the short lifetime caused by degradation has a great impact on the integration of PEMFC in the transportation systems. Prognostics and health management is an important way to improve performance and remaining useful life for PEMFC. This thesis proposes five degradation prognosis methods for PEMFC. The thesis considers the influence of main operating conditions including the load current, temperature, hydrogen pressure, and relative humidity on the degradation of PEMFC. The global degradation trend and reversible phenomena are analyzed on the basis of data from three PEMFC experiments conducted under different conditions of use (a fleet of 10 PEMFC vehicles and two laboratory test benches). First, the model-driven method based on unscented Kalman Filter algorithm and voltage degradation model is presented to predict the degradation of PEMFC in fuel cell electric vehicles. Then, the hybrid method based on the wavelet analysis, extreme learning machine and genetic algorithm is proposed to build the degradation model of PEMFC. To forecast the degradation of PEMFC with limited experimental data, the improved data-driven method based on the combination of the grey neural network model, the particle swarm optimization and the moving window methods, is used for developing the third model. The fourth contribution is an aging prognosis model of PEMFC operating in different conditions, by using the Backpropagation neural network and evolutionary algorithm. Finally, a degradation prognosis of PEMFC based on wavelet neural network and cuckoo search algorithm is proposed to predict the remaining useful life of PEMFC.