

Identification temporelle de modèles de batterie par approche fractionnaire

Encadrement : Benoît Huard et Thierry Poinot

Laboratoire : Laboratoire d'Automatique et d'Informatique pour les Systèmes (LIAS)

Mots clés : Identification, Modèles fractionnaires, Systèmes Linéaires à Paramètres Variant, Batteries

Sujet :

L'utilisation de systèmes de stockage d'énergie telles que les batteries est grandissante aujourd'hui dans bon nombre d'applications comme le photovoltaïque, l'éolien ou les véhicules électriques. La gestion de l'alimentation électrique de telles applications devient alors essentielle pour optimiser la consommation et la durée de vie des batteries. En effet, une gestion intelligente des batteries dans leurs utilisations ainsi que dans le temps doit permettre de parvenir à cette gestion optimisée d'énergie électrique.

Pour remplir de tels objectifs, il devient alors essentiel de développer des modèles de batterie pouvant prévoir et reproduire leurs comportements réels sous différentes conditions de charge et de décharge. Différents modèles de batterie existent, qu'ils soient mathématiques, électrochimiques ou basés sur des schémas électroniques équivalents. Ces derniers possèdent l'avantage d'être aisément utilisables dans des processus temps réel et permettent de conserver le sens physique existant entre les paramètres caractérisant le comportement électrochimique de la batterie.

Le LIAS a développé au cours de ces dernières années des modèles fractionnaires (où modèles d'ordre non entier) capables de décrire le comportement physique d'une batterie aussi bien dans le domaine fréquentiel que dans le domaine temporel. L'intérêt de réaliser l'étude dans le domaine temporel réside dans la rapidité des essais à mener pour caractériser la batterie par rapport à des essais plus classiques par spectroscopie d'impédance qui peuvent être longs. Ceci permet d'envisager d'intégrer de tels modèles dans les systèmes de management des batteries ou BMS (Battery Management System) afin d'estimer l'état de charge (ou SoC : State of charge) de la batterie ainsi que son état de santé (ou SoH : State of Health).

L'objectif de ce travail de thèse est donc de poursuivre ces travaux. Ainsi, dans un premier temps, le travail portera sur la construction d'un modèle fractionnaire dont les paramètres seront fonction de l'état de charge de la batterie. On parle alors de modèle Linéaire à Paramètres Variant (LPV). La détermination d'un tel modèle pourra ainsi constituer une technique alternative permettant de retrouver l'état de charge d'une batterie grâce à son modèle.

Dans un deuxième temps, on s'intéressera à l'étude des variations paramétriques en fonction des conditions d'utilisation de la batterie comme par exemple la température mais également en fonction de son vieillissement (nombre de cycles de charge et de décharge précédents). Un des objectifs d'une telle modélisation est de pouvoir renseigner à partir d'un essai temporel rapide de charge et/ou de décharge (de l'ordre d'une dizaine de

seconde), sur l'état de vieillissement actuel de la batterie, et de pouvoir ainsi envisager des gestions optimisées de réseaux de batterie.

Références

- [1] J.-D. Gabano, T. Poinot and B. Huard. Bounded diffusion impedance characterization of battery electrodes using fractional modeling. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 2017.
- [2] A. Nasser Eddine, B. Huard, J.-D. Gabano and T. Poinot. Initialization of a fractional order identification algorithm applied for Lithium-ion battery modeling in time domain. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, 2018.
- [3] A. Nasser Eddine, B. Huard, J.-D. Gabano and T. Poinot. Time domain diffusion parameters identification of electrochemical impedance models using fractional order system. In: 18th IFAC Symposium on System Identification, 2018.
- [4] A. Nasser Eddine, B. Huard, J.-D. Gabano and T. Poinot. Frequential identification of an electrochemical cell impedance using fractional modeling. In: 18th IFAC Symposium on System Identification, 2018.

Profil souhaité :

Le candidat devra posséder des connaissances en mathématiques appliqués, en automatique et plus spécifiquement en identification des systèmes. Une bonne connaissance de Matlab est nécessaire. Un bon niveau en français et en anglais est fondamental.

Documents à fournir :

- Curriculum Vitae et lettre de motivation,
- Notes de Master,
- Note de TOEIC ou concours équivalent,
- Tout autre document jugé nécessaire par le candidat pouvant enrichir le dossier de candidature.

Contacts :

benoit.huard@univ-poitiers.fr, thierry.poinot@univ-poitiers.fr

Time domain identification of batteries using fractional modeling

Supervisors: Benoît Huard, Thierry Poinot

Laboratory: Laboratoire d'Automatique et d'Informatique pour les Systèmes (LIAS)

Keywords: System identification, Fractional modeling, Linear Parameter Varying systems, Batteries

Subject: Storage systems like batteries are widely used in number of applications like photovoltaic, wind turbine or electric vehicles. Power management in such applications is required to optimize energy consumption and batteries lifetime. Indeed, a smart management in battery usage and in durability must provide an optimized management of electrical energy.

Such target requires battery models development able to reproduce their real behavior under different charge and discharge conditions. There exist different types of battery modeling which can come out of mathematical, electrochemical and Equivalent Electrical Circuit (EEC) ones. The latter owns the advantage to be convenient for implementation into real time processors and also to keep the physical meaning existing with the electrochemical parameters which are characterizing the battery.

The host laboratory has recently developed some fractional models (or non integer models) able to describe the physical behavior of the battery either in the frequency domain or in the time domain. The latter has the advantage to require faster experiments to characterize the battery contrary to the classical experiments made with impedance spectroscopy, which can take a lot of time. The introduced models can be integrated in Battery Management Systems (BMS) in order to determine the State of Charge (SoC) or the State of Health (SoH) of the battery.

The aim of this thesis is to carry on this previous work. Firstly, a fractional model of the battery depending on the SoC must be determined. This type of model is also known as a Linear Parameter Varying (LPV) model. The latter could be used as an alternative method to determine the battery SoC knowing its complete model.

Then, a study of parameters variation depending on the using conditions of the battery will be done. Variations like temperature or aging due to numerous charge and discharge cycles will be studied. The induced aim is to be able to inform the user on the SoH of the battery with a quick time domain charge or discharge experiment. Once this goal is reached, it could lead to optimized management of batteries network.

References

- [1] J.-D. Gabano, T. Poinot and B. Huard. Bounded diffusion impedance characterization of battery electrodes using fractional modeling. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 2017.
- [2] A. Nasser Eddine, B. Huard, J.-D. Gabano and T. Poinot. Initialization of a fractional order identification algorithm applied for Lithium-ion battery modeling in time domain. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 2018.

[3] A. Nasser Eddine, B. Huard, J.-D. Gabano and T. Poinot. Time domain diffusion parameters identification of electrochemical impedance models using fractional order system. In: 18th IFAC Symposium on System Identification, 2018.

[4] A. Nasser Eddine, B. Huard, J.-D. Gabano and T. Poinot. Frequential identification of an electrochemical cell impedance using fractional modeling. In: 18th IFAC Symposium on System Identification, 2018.

Profile of applicant:

This PhD proposal mainly requires skills in automatic control, especially in system identification. Applicants should have a good knowledge of Matlab software. Fluency in French and in English is also required.

Documents to provide:

- Curriculum Vitae and cover letter,
- Master rating,
- English level rating,
- Any other document which can improve the application.

Contacts:

benoit.huard@univ-poitiers.fr, thierry.poinot@univ-poitiers.fr