

Sujet de stage de Master 2

Optimisation des Observateurs pour la Surveillance des Systèmes de Batteries

1 Contexte scientifique

Lorsque l'on considère le stockage d'énergie par batteries, allant de petites capacités (par exemple, les smartphones) à des stockages à grande échelle en gigawattheures, des conditions de fonctionnement inappropriées peuvent entraîner des échauffements thermiques pouvant mener à des incendies, ce qui pose des risques pour les équipements, l'environnement, et potentiellement pour des vies humaines. Dans la majorité des cas, ces dangers résultent d'une décharge inadéquate ou d'une surcharge des cellules individuelles au sein de batteries de plus en plus complexes.

Les systèmes de batteries peuvent être modélisés efficacement à l'aide d'équations différentielles ordinaires [3]. Ces modèles sont essentiels pour concevoir des systèmes de gestion avancés qui optimisent leur fonctionnement, améliorent leur efficacité et garantissent leur sécurité.

Bien que des modèles fiables existent pour ces systèmes, l'estimation précise de l'état de charge (SOC) et de l'état de santé (SOH) des batteries à partir de ces modèles reste difficile, surtout en raison des informations limitées disponibles. Par conséquent, la reconstruction efficace des états internes des batteries pour obtenir des informations en temps réel à des fins de contrôle ou de surveillance demeure un défi.

Une méthode courante pour relever ce défi consiste à placer des capteurs sur le modèle physique et à concevoir un algorithme, appelé observateur, dont le rôle est de traiter les informations incomplètes et imparfaites fournies par les capteurs afin de reconstruire une estimation de l'état complet du système. Un tel algorithme n'est réalisable que si les mesures des capteurs contiennent suffisamment d'informations pour déterminer l'état unique du système ; autrement dit, si le système est observable [1].

2 Objectifs du stage

Dans ce stage, nous étudions un modèle de batteries qui représente un véhicule électrique. Le système, illustré en Figure 1, utilise le modèle de Thévenin de premier ordre pour représenter les batteries.

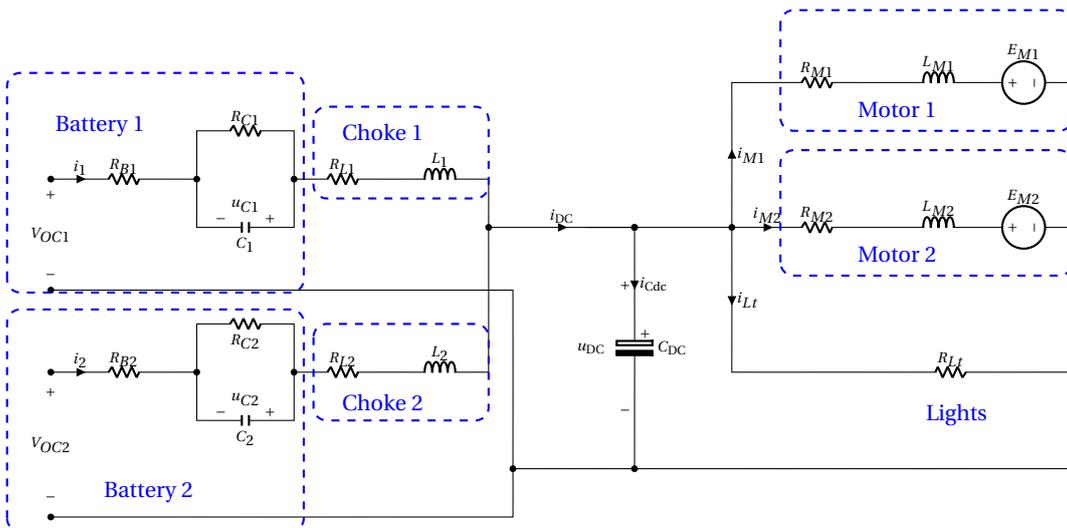


Figure 1: Le système de batteries considéré.

Un nouvel observateur par intervalles, basé sur l'approche Kazantzis-Kravaris/Luenberger, a été développé dans [2] pour estimer les tensions internes u_{C1} et u_{C2} des deux batteries du modèle. L'illustration de cet observateur est donnée en Figure 2.

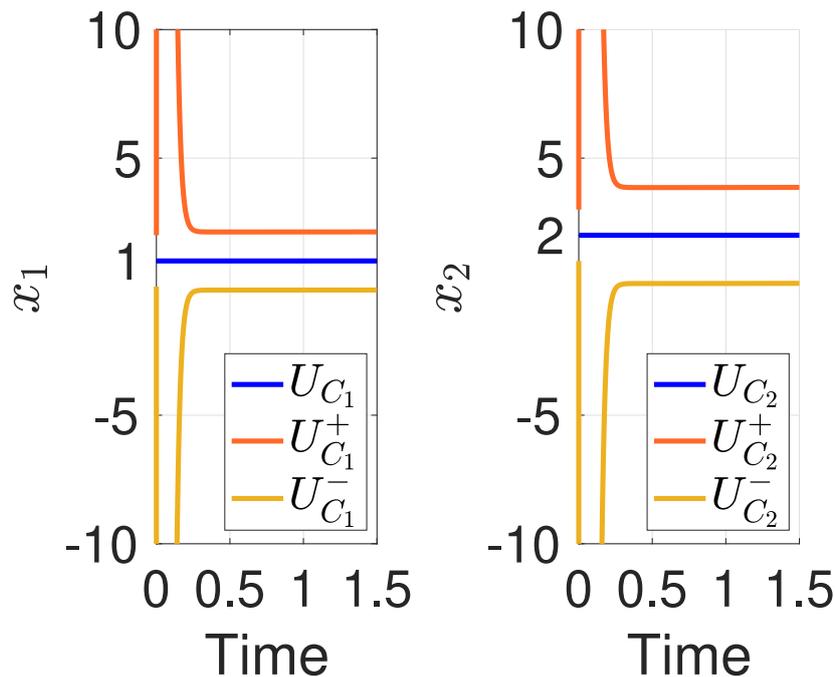


Figure 2: L'état réel (courbe bleue) et les bornes fournies par l'observateur par intervalles.

L'objectif de ce stage est de modéliser et de résoudre un problème d'optimisation visant à optimiser les paramètres de conception de l'observateur par intervalles de manière à rendre les bornes inférieures et supérieures aussi serrées que possible :

Objectif 1 - Formuler un problème d'optimisation non linéaire lié à l'observateur par intervalles de [2].

Objectif 2 - Concevoir un algorithme efficace pour résoudre ce problème.

Objectif 3 - Mettre en œuvre l'observateur optimisé en simulation pour démontrer une amélioration par rapport aux résultats de [2].

Connaissances requises : Optimisation; algèbre matricielle; connaissance d'un langage de programmation.

Encadrants :

Daniel Porumbel, daniel.porumbel@cnam.fr ;

Amélie Lambert, amelie.lambert@cnam.fr ;

Thach Dinh, ngoc-thach.dinh@lecnam.net ;

Mathieu Moze, mathieu.moze@lecnam.net.

Lieu : CEDRIC-Cnam (Paris).

Durée : 5-6 mois.

References

- [1] P. Bernard. "Observer Design for Nonlinear Systems". In: *Lecture Notes in Control and Information Sciences* 479 (2019).
- [2] T.N. Dinh et al. "Interval Observer for Battery and Motor Circuit Model of Electric Vehicles". In: *International Conference on Advanced Robotics, Control, and Artificial Intelligence, to appear* (2024).
- [3] Y. Wang et al. "A comprehensive review of battery modeling and state estimation approaches for advanced battery management systems". In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 131 (2020), pp. 11–15.