

Nom et Prénom : RACHID AZIZ

Date de soutenance : 31 /10/2020

Directeur de Thèse : H. EL FADIL

Sujet de Thèse :

Modeling and Control of V2X Battery Chargers for Electric Vehicles

Résumé :

Les travaux de recherche présentés dans cette thèse s'inscrivent dans le cadre de la technologie V2X, qui permet d'exploiter des véhicules électriques comme sources d'énergie à l'aide de chargeurs bidirectionnels. L'objectif principal de cette thèse est la modélisation et la commande de chargeurs embarqués et bidirectionnels pour véhicules électriques, en utilisant des techniques de commande avancées basées sur le modèle réel du système étudié. En conséquence, quatre structures de chargeurs embarqués et bidirectionnels sont étudiées. Pour chaque structure proposée, la modélisation du système est effectuée en utilisant les lois de génie électrique, conduisant à un modèle qui décrit avec précision le comportement du système dans toutes les conditions de fonctionnement. Le fait est que le modèle obtenu implique des variables d'état qui ne sont pas toutes accessibles à la mesure. Une première nouveauté de la présente thèse est la conception d'observateurs qui fournissent des estimations en ligne des variables inaccessibles. Cette solution proposée présente de nombreux avantages, tels que le coût global de la solution ainsi que la taille du chargeur sont considérablement réduits, les variables estimées délivrées par l'observateur sont des signaux filtrés qui contribuent significativement à la précision de la commande, et enfin des observateurs associés aux capteurs peuvent apporter une solution ayant un taux de tolérance aux pannes très élevé. Ensuite, en utilisant le modèle obtenu du système étudié, les lois de commande sont conçues pour répondre à l'objectif de commande principal : assurer en toute sécurité la charge et la décharge de la batterie respectivement pendant les modes G2V et V2G. En combinaison avec la méthode de charge de batteries dite CC-CV, de nombreuses approches de commandes avancées telles que la commande LQ, la commande H-infinie, la technique backstepping et la théorie PQ sont utilisées. C'est une autre nouveauté de cette présente thèse par rapport aux travaux précédents utilisant une commande basée sur un régulateur classique de type PI. Enfin, nous avons formellement prouvé que les lois de commande proposées permettent d'atteindre tous les objectifs de commande. Ces résultats théoriques ont été confirmés par plusieurs scénarios de simulation, qui illustrent clairement l'efficacité et la suprématie des lois de commande proposées par rapport à d'autres techniques de contrôle.

Abstract :

The research works presented in this thesis falls within the framework of V2X technology, which makes it possible to operate electric vehicles as energy sources using bidirectional chargers. The main objective of this present thesis is modeling and controlling bidirectional onboard EV chargers using advanced control techniques based on the real model of the controlled system. Accordingly, four structures of bidirectional onboard EV chargers are investigated. For each proposed structure, the system modeling is performed using the relevant electrical engineering laws, leading to a model that accurately describes the system behavior in all operating conditions. The fact is that the obtained model involving state variables that are not all accessible to measurement. Then one novelty of the present thesis is the design of observers that provide online estimates of the inaccessible variables. This proposed solution has many advantages, such as the overall cost and the size of the charger are considerably reduced, the estimated variables delivered by the observer are filtered signals that significantly contribute to the control accuracy, and finally, observers associated with sensors can provide a solution having a very high rate of fault-tolerance. After that, using the obtained system model, the control laws are designed that meet the primary control objective, namely ensuring and safeguarding the battery-charging and the battery-discharging during G2V and V2G, respectively. Combining with the wellknown CC-CV battery charging method, many advanced control approaches such as LQ, H-infinity, backstepping, and PQ theory controls are used. That is another novelty of this present thesis compared to the previous works based only on the conventional PI controller. Finally, we have formally proven that the controllers meet all the control objectives. These theoretical results are confirmed by several

simulation scenarios, which clearly illustrate the effectiveness and the supremacy of the proposed controllers over other control techniques.