

Nom et Prénom : LASSIOUI ABDELLAH

Date de soutenance : 25/12/2021

Directeur de Thèse : EL FADIL HASSAN

Sujet de Thèse :

Modelling, Control and Realization of a Wireless Power Transfer Charger for Electric Vehicles

Résumé :

Les travaux de recherche présentés dans cette thèse s'inscrivent dans le cadre des solutions de recharge des véhicules électriques (VEs). Plus précisément, l'accent a été mis sur les chargeurs à transfert d'énergie sans fil (WPT). Les objectifs principaux de la thèse sont: i) la modélisation, ii) le contrôle, et iii) la réalisation d'un chargeur WPT pour les VE. Pour atteindre ces objectifs, nous avons, tout d'abord, effectué une étude bibliographique approfondie qui nous a permis d'enrichir nos connaissances et également de mettre en évidence les dernières tendances sur ce sujet. Ensuite, une chaîne générale de conversion de puissance du chargeur WPT, conforme à la norme SAEJ2954, a été proposée. De plus, tous les composants impliqués ont été dimensionnés pour assurer le fonctionnement optimal du chargeur. Ensuite, nous avons établi, pour chaque partie du chargeur, un modèle mathématique précis décrivant son comportement en fonction du mode de fonctionnement. En outre, pour traiter les variables d'état non mesurables ainsi que les paramètres inconnus de la batterie du VE, nous avons utilisé des observateurs adaptatifs de type Kalman Like et High Gain. A cet égard, il convient de souligner que parmi les contributions majeures de cette thèse figure l'application des observateurs adaptatifs aux chargeurs WPT. En général, ces observateurs assurent la stabilité du contrôleur puisque les variables estimées sont des signaux filtrés dépourvus de bruit. Troisièmement, en utilisant des techniques de contrôle avancées telles que le mode glissant et le backstepping, nous avons développé des lois de commande pour assurer les objectifs désirés. Le fonctionnement de ces lois de commande en combinaison avec les observateurs adaptatifs a été vérifié par des outils de simulation montrant des résultats satisfaisants. Ce type de contrôle est également considéré comme l'une des contributions majeures de cette thèse par rapport aux travaux existants où le contrôle des chargeurs WPT est généralement basé sur des régulateurs linéaires. Enfin, nous avons développé un prototype WPT de 500W, ainsi, plusieurs autres approches de contrôle ont été proposées et validées expérimentalement sur la base de ce prototype.

Absract :

The main objectives of this thesis are threefold: i) modelling, ii) controlling, and iii) realization of a WPT charger for EVs. To achieve these objectives, we have, first, performed an extensive bibliographic study which allowed us to enrich our knowledge and also to highlights the latest trends about this subject. Then, a general power conversion chain of the WPT charger, in compliance with the SAEJ2954 standard, has been proposed. Further, all the involved components have been dimensioned to ensure the optimal working of the charger. Secondly, we have established, for each part of the charger, an accurate mathematical model describing its behaviour depending on the operating mode. In addition, to deal with the unmeasured state variables as well as the unknown parameters of the EV's battery, we have used adaptive observers of types Kalman Like and High Gain. In this regard, it should be pointed out that among the major contributions of this thesis is the application of adaptive observers to WPT chargers. Generally, these observers ensure the stability of the controller since the estimated variables are filtered signals devoid of noise. Thirdly, using advanced control techniques such as sliding mode and backstepping, we have developed control laws to ensure the desired control objectives. The operation of these control laws in combination with the adaptive observers has been verified by simulation tools showing satisfying results. This type of control is also considered one of the major contributions of this thesis compared to existing work where the control of WPT chargers is generally based on linear regulators. Finally, we have developed a 500W WPT prototype, thus, several other control approaches have been proposed and experimentally validated based on this prototype.