

Etude de pertes dans un convertisseur à puissance partielle pour une application véhicule à hydrogène

- Contexte et positionnement du problème :

Europe. L'Union Européenne impose dans son Green Deal, l'interdiction des moteurs thermiques pour les voitures particulières et de très fortes réductions d'émissions pour les bus et poids lourds d'ici 2035. Pour les véhicules effectuant de long trajets, bus et camions, il est envisagé de remplacer les moteurs thermiques par le vecteur hydrogène [Béthoux 20]. Les véhicules à hydrogènes sont ainsi des véhicules électriques pour lesquels on ajoute une pile à hydrogène connectée au bus DC à l'aide d'un convertisseur statique. Celui-ci est généralement un hacheur boost entrelacé [Kolli 15]. Afin d'améliorer l'efficacité du convertisseur et d'en réduire le coût, quelques travaux proposent de remplacer ce convertisseur par un convertisseur à puissance partielle [Jorgensen 19] [Siangsano 21]. Ces convertisseurs ont la particularité de ne transférer qu'une partie de la puissance, le reste de la puissance étant directement transmise de la pile au bus DC [Anzola 20]. Dans les applications mentionnées précédemment, des structures isolées sont proposées. Les travaux mentionnés précédemment ne développent pas une application embarquée et sont de faibles puissances. Une première étude issue des travaux de postdoctorat d'Anatole Desreveaux [Desreveaux 23] a permis de cerner le potentiel d'un convertisseur à puissance partielle pour une application véhicule. Ces travaux doivent être poursuivis par une étude des pertes dans le convertisseur afin de chiffrer la réduction des pertes engendrée par le convertisseur à puissance partielle par rapport à une solution classique.

- Objectifs du stage :

L'objectif du stage est de modéliser les pertes dans les semi-conducteurs du convertisseur à puissance partielle dimensionné préalablement. Le but est :

- De s'approprier le concept de traitement partiel de puissance que peuvent réaliser les convertisseurs statiques par une étude bibliographique
- De proposer et d'étudier différentes structures de convertisseur qui répondent au cahier des charges
- De dimensionner les transistors utilisables dans les structures définies préalablement
- De caractériser et modéliser les pertes dans ces transistors
- De comparer les différentes solutions avec un hacheur boost entrelacé qui est utilisé dans cette application

- Perspectives du stage :

Ce stage vise à choisir une structure de convertisseur la plus performante dans l'application visée par une étude des pertes. Ce sujet est l'introduction à une thèse sur la conception et la réalisation de ce convertisseur et sa comparaison avec une solution classique.

- Mots-clés :

Convertisseurs à puissance partielle, électronique de puissance, modélisation des pertes, caractérisation de transistors, mesures, simulation

- Personnes à contacter :

Anatole Desreveaux anatole.desreveaux@lecnam.net

Eric Labouré eric.laboure@centralesupelec.fr

- Niveau et compétences :

- Formation ingénieur ou master dans le domaine de l'EEA.
- Des compétences et connaissances en Electronique de Puissance sont attendues
- Une connaissance des structures de conversion isolée de base (flyback, forward) sont attendues, une connaissance d'autres structures existantes serait un plus
- Une bonne connaissance de Matlab est attendue
- La connaissance de LTSpice serait également un plus

- Références bibliographiques :

[Anzola 20] J. Anzola *et al.*, « Review of Architectures Based on Partial Power Processing for DC-DC Applications », *IEEE Access*, vol. 8, p. 103405-103418, 2020, doi: [10.1109/ACCESS.2020.2999062](https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2999062).

[Bethoux 20] O. Bethoux, "Hydrogen Fuel Cell Road Vehicles and Their Infrastructure: An Option towards an Environmentally Friendly Energy Transition" *Energies*, vol. 13, no. 22, 2020. doi: [10.3390/en13226132](https://doi.org/10.3390/en13226132)

[Desreveaux 23] A. Desreveaux, E. Labouré, O. Bethoux, A. Ioine, W. Pasillas-Lepine, C. Mayet, F. Roy, "Optimization of the architecture of a Fuel Cell Electric Vehicle", Internal Report, 2023

[Jorgenson 19] K. L. Jørgensen, Z. Zhang, et M. A. E. Andersen, « Next generation of power electronic-converter application for energy-conversion and storage units and systems », *Clean Energy*, vol. 3, n° 4, p. 307-315, 2019, doi: [10.1093/ce/zkz027](https://doi.org/10.1093/ce/zkz027).

[Kolli 15] A. Kolli, A. Gaillard, A. De Bernardinis, O. Bethoux, D. Hissel, et Z. Khatir, « A review on DC/DC converter architectures for power fuel cell applications », *Energy Conversion and Management*, vol. 105, p. 716-730, 2015, doi: [10.1016/j.enconman.2015.07.060](https://doi.org/10.1016/j.enconman.2015.07.060).

[Siangsanoth 21] A. Siangsanoth *et al.*, « Series hybrid fuel cell/supercapacitor power source », *Mathematics and Computers in Simulation*, vol. 184, p. 21-40, 2021, doi: [10.1016/j.matcom.2020.02.001](https://doi.org/10.1016/j.matcom.2020.02.001).