

Proposition de thèse (CIFRE) H/F

Dimensionnement sur cycle de vie de systèmes d'électronique de puissance modulaires et diagnosticables

Ref NDG_PhD_2020_SATIE

Partenaire
industriel:

MITSUBISHI ELECTRIC R&D CENTRE EUROPE
1 allée de Beaulieu, CS 10806, 35708 Rennes Cedex 7, France
Site web: <http://www.mitsubishielectric-rce.eu/>

Partenaire
académique

ENS RENNES - SATIE
Avenue Robert Schuman, Campus de Ker Lann, 35170 BRUZ, France
Site web: <http://www.ens-rennes.fr/>

Type de contrat:

CDD de 3 ans, démarrage en septembre 2020

Référence:

NDG_PhD_2020_SATIE

Thème de
recherche:

Conception sur cycle de vie des systèmes d'électronique de puissance

Sujet proposé par:

Nicolas DEGRENNE, Mitsubishi Electric R&D Centre Europe, Rennes
GURVAN JODIN, ENS RENNES - SATIE, Bruz

Et

Hamid BEN AHMED, ENS RENNES - SATIE, Bruz

Contexte de la thèse:

Cette thèse concerne les systèmes d'électronique de puissance, comme les onduleurs, par exemple pour des applications de contrôle moteur (Fig. 1).

Un onduleur modulaire est un onduleur construit par un assemblage de blocs qui peuvent être désassemblés. Outre la standardisation des blocs et les avantages associés (coûts de production, procédés de désassemblage et de recyclage spécifiques), cela permet, en cas de défaillance, et localisation de la défaillance grâce aux outils de diagnostic embarqués, de remplacer uniquement le bloc concerné afin de prolonger la vie du système et des blocs. Cette approche vient modifier le cycle de vie habituel, en ajoutant des contraintes et des opportunités lors de la conception et production des blocs et du système, et en permettant des économies d'échelle grâce à la standardisation, l'adaptation de la durée de vie à la durée d'usage, la facilitation de mises à jour hardware et la réutilisation ou le recyclage de blocs.

L'approche modulaire et diagnosticable modifie donc significativement la façon de produire, utiliser, maintenir et gérer la fin de vie. Elle est pressentie comme une solution économiquement viable et écologique.

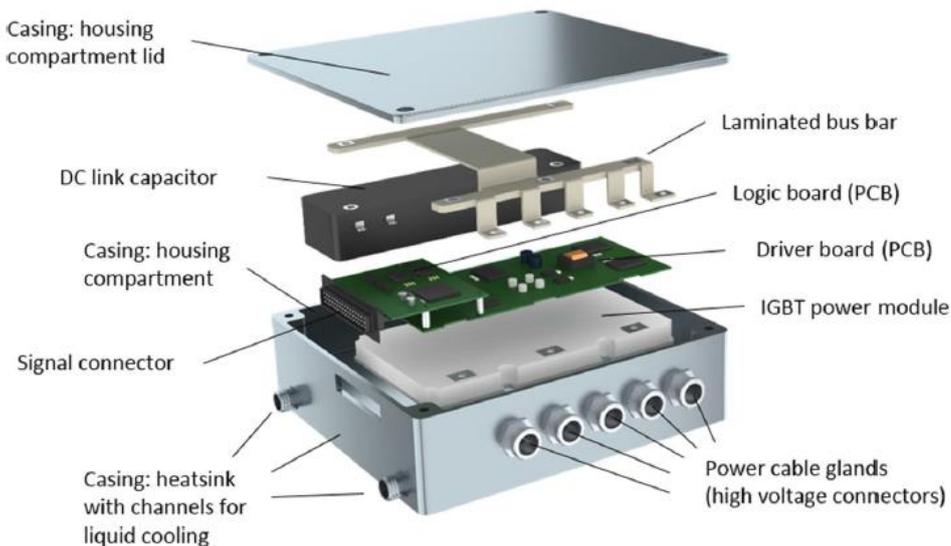


Figure 1. Vue explosée d'un onduleur [1]



Figure 2. Synoptique type du cycle de vie d'un produit [2]

Sujet de la thèse :

L'objectif principal de la thèse est de dimensionner sur cycle de vie un onduleur modulaire et diagnostiquable afin de minimiser les impacts environnementaux globaux tout en garantissant une viabilité économique. Le dimensionnement définira les blocs, leurs caractéristiques et leurs performances (coûts, efficacité, fiabilité...) ainsi que les scénarios d'utilisation (mises à jour, maintenance, réutilisation/recyclage) pour des applications et leur profil de mission.

Outre les dimensionnements optimisés, une étude comparative avec un produit conventionnel non modulaire et non-diagnostiquable permettra de faire apparaître les avantages et inconvénients des deux approches.

Tâches :

1. Analyse de cycle de vie (ACV) des modules de puissance et de leurs drivers, des condensateurs, capteurs, refroidisseurs, contrôleurs et de leur intégration mécanique : état de l'art, identification de données critiques (matériaux, procédés), méthode ACV. Cela permettra la mise en place d'une base de données fiable et l'utilisation de l'existant sur laquelle se baseront les tâches suivantes.

Outre une analyse préliminaire sur les modules de puissance et leurs drivers, des études pourront être sous-traitées afin de déterminer les matériaux et procédés de fabrication spécifiques à certains composants clés.

2. Modélisation (coût, ACV, fiabilité) d'un système d'électronique de puissance prenant en compte le niveau de modularité, le niveau de diagnostic, et les différentes stratégies de mise à jour, de maintenance et de réutilisation/recyclage. La modélisation considérera aussi les contraintes des applications visées (profils de mission et autres spécifications).
3. Étude de sensibilité, et dimensionnement optimisé de l'onduleur pour différents scénarios, comparaison et analyse des solutions. Proposition de règles de design et d'utilisation optimales.

Proposition de déroulement de la thèse :

Démarrage:

A partir de septembre 2020.

Temps de présence :

Principalement au laboratoire du SATIE de l'ENS de Rennes à Bruz (80% du temps).

Le reste du temps sur le site de MITSUBISHI ELECTRIC R&D CENTRE EUROPE, à Rennes (20% du temps).

Programme de travail & rapports

Le programme de travail se découpe comme suit:

Lot 1 : Analyse de cycle de vie d'un produit existant

Lot 2 : Modélisation du système d'électronique de puissance

Lot 3 : Dimensionnement sur cycle de vie

R: Rédaction de la thèse

Rapports mensuels (1 page) et réunions trimestrielles.

Compétences requises :

- Diplôme d'Ingénieur ou Master universitaire
- Solides connaissances générales scientifiques / ouverture pluridisciplinaire (électrique, mécanique, thermique, mathématique). Par ordre d'importance, nous apprécions les candidat(e)s ayant :
 1. des connaissances technologiques sur les procédés de fabrication électronique et micro-électronique, notamment appliqués à l'électronique de puissance (MOSFET, IGBT, ...)
 2. des compétences en génie électrique, en particulier en électronique de puissance et convertisseurs statiques et leurs applications en conversion d'énergie ;
 3. des compétences autour des approches d'optimisation multicritères ;
 4. des notions en ACV (connaissances globales) qui seraient un plus.
- Bonne maîtrise d'outils logiciels de simulation et de programmation (Matlab, Python)
- Qualités de communication et de rédaction en anglais
- Motivation et dynamisme pour travailler dans un environnement de recherche
- Capacité à travailler dans un environnement multiculturel et international

Merci d'adresser CV et lettre de motivation en format PDF par mail (en précisant en objet : votre nom et la référence NDG_PhD_2020_SATIE) au contact suivant:

jobs@fr.mercede.mee.com

Références bibliographiques:

- [1] Anders Nordelöf, Mikael Alatalo, Maria Ljunggren Söderman, "A scalable life cycle inventory of an automotive power electronic inverter unit—part I: design and composition", *The International Journal of Life Cycle Assessment* (2019) 24:78–92, <https://doi.org/10.1007/s11367-018-1503-3>
- [2. Cédric Jaouen. Méthodologie de dimensionnement sur cycle de vie d'une distribution en courant continu dans le bâtiment : applications aux câbles et convertisseurs statiques DC/DC. Thèse École normale supérieure de Cachan - ENS Cachan, 2012. Français. NNT : 2012DENS0037. tel-00752354