

Sujets de TFE - 2026

1. Mise en œuvre d'une bidirectionnalité d'un convertisseur DC/DC

Nombre d'étudiants : 1 – hardware/firmware

Ce convertisseur est un convertisseur DC/DC unidirectionnel de 3kW. Il prend en son entrée du 28Vdc pour sortir du 270Vdc avec une efficacité de 96%. Le convertisseur est composé de 2 channels, chacun composé d'un étage de boost suivi d'un étage de LLC pour les topologie.

L'objectif de ce projet est d'adapter le prototype existant afin de le rendre **entièrement bidirectionnel**.

Le travail portera sur une approche **asymétrique**, c'est-à-dire que la partie basse tension n'a pas les mêmes composants que la partie haute tension.

Les tâches incluront :

- **Hardware** : modification du schéma électronique et du **PCB sous Altium**, intégration de nouveaux composants adaptés côté haute tension, analyse thermique et optimisation du rendement dans les deux sens.
- **Firmware** : adaptation du code **VHDL existant** pour gérer le fonctionnement bidirectionnel (détection du sens de transfert, commande dynamique, sécurités).
- **Validation** : essais pratiques en laboratoire pour vérifier le rendement, la stabilité et les marges de fonctionnement.

Objectifs :

- Schéma électrique et PCB modifié sous Altium.
- Étude sur l'approche asymétrique et impact sur le rendement.
- Code VHDL adapté au contrôle bidirectionnel.
- Rapport de validation expérimentale (mesures de rendement, stabilité, limites).

2.Parallélisation d'un convertisseur DC/DC

Nombre d'étudiants : 1 – simulation/hardware

Remarque importante : Ce sujet ne pourra être lancé uniquement si le **Sujet 1** a été pris par un autre étudiant.

Ce convertisseur est un convertisseur DC/DC unidirectionnel de 3kW. Il prend en entrée du 28Vdc pour sortir du 270Vdc avec une efficacité de 96%. Le convertisseur est composé de 2 channels, chacun composé d'un étage de boost suivi d'un étage de LLC pour les topologie.

Le travail portera sur l'étude et la mise en œuvre de la **parallélisation de deux convertisseurs** pour augmenter la puissance transférée et améliorer la modularité. L'approche sera progressive :

1. **Simulation** de la parallélisation et analyse des contraintes de partage de courant.
2. Validation expérimentale sur deux convertisseurs **unidirectionnels**.
3. Extension et validation sur la version **bidirectionnelle** issue du Sujet 1.

Travail attendu :

- Étude théorique du fonctionnement en parallèle : équilibre des courants, gestion des tolérances, fiabilité.
- Développement et tests de stratégies de **partage de courant** (maître/esclave, courant moyen, contrôle distribué).
- Simulation des différentes approches sous MATLAB/PLECS.
- Implémentation sur FPGA (VHDL) et validation expérimentale en labo.

Objectifs :

- Modèle de simulation avec 2 convertisseurs en parallèle.
- Étude comparative des stratégies de partage de courant.
- Code VHDL pour la mise en œuvre du contrôle parallèle.
- Résultats expérimentaux sur unidirectionnel puis bidirectionnel.
- Rapport complet sur la faisabilité, performances et recommandations.

3. Implémentation d'un algorithme MPPT sur un convertisseur DC/DC

Nombre d'étudiants : 1 – firmware/hardware/simulation

Ce convertisseur est un convertisseur DC/DC unidirectionnel de 3kW. Il prend en entrée du 28Vdc pour sortir du 270Vdc avec une efficacité de 96%. Le convertisseur est composé de 2 channels, chacun composé d'un étage de boost suivi d'un étage de LLC pour les topologie.

Ce projet vise à intégrer un **algorithme MPPT (Maximum Power Point Tracking)** dans le convertisseur afin d'optimiser la conversion **PV → batterie**.

L'étudiant développera et comparera plusieurs algorithmes (méthodes classiques type Perturb & Observe ou Incremental Conductance ; possibilité d'explorer des variantes adaptatives ou IA).

Le projet couvrira :

- **Firmware** : implémentation des algorithmes en **VHDL sur FPGA**.
- **Simulation** : validation numérique de la rapidité de suivi, de la stabilité et du rendement.
- **Hardware** : adaptations nécessaires sur le convertisseur pour l'intégration du MPPT (mesure de courant/tension, interface avec la commande FPGA, éventuels ajustements du PCB).
- **Validation** : tests pratiques sur simulateur PV programmable (ou panneaux réels si disponibles).

Objectifs :

- Étude et justification de l'algorithme MPPT choisi.
- Implémentation VHDL sur FPGA.
- Modifications hardware pour l'intégration du MPPT.
- Résultats de simulation (suivi du point de puissance, rendement).
- Résultats expérimentaux sur banc PV simulé.

4. Régulation par IA d'un convertisseur DAB

Nombre d'étudiants : 1 – simulation/IA

L'objectif est d'explorer des stratégies de régulation innovantes basées sur l'**Intelligence Artificielle** pour un **Dual Active Bridge (DAB)**.

Un modèle de simulation du DAB sera fourni, incluant déjà un contrôle classique (TPS – Triple Phase Shift). L'étudiant devra comparer :

1. Le contrôle classique (référence).
2. Un contrôle basé sur l'IA (réseau de neurones, apprentissage par renforcement).

Le travail consistera à développer une **boucle d'apprentissage autonome** sous MATLAB/Simulink/PLECS, permettant au contrôleur IA de s'adapter en temps réel aux variations de charge et de tension. Les performances seront évaluées en termes de **rapidité dynamique**, **stabilité** et **rendement énergétique**.

Si le temps le permet, une expérimentation sur prototype pourra être envisagée.

Objectifs :

- Modélisation complète du DAB avec contrôle IA.
- Développement et entraînement d'un contrôleur IA (reinforcement learning).
- Comparaison quantitative entre contrôle classique et IA.
- Rapport de synthèse incluant recommandations pour implémentation future.

Contact

- Pour toute **question technique ou précision** concernant les projets :
→ cbournousouzis@alphainnovations.eu
- Pour toute **confirmation d'intérêt pour un sujet** :
→ HR@alphainnovations.eu
(avec cc : cbournousouzis@alphainnovations.eu ; jpvanhulst@alphainnovations.eu)