

Sujet

Élaboration d'un système de commande-contrôle innovant pour le pilotage et la surveillance de générateurs impulsions tout état solide en vue de l'amélioration des performances d'un injecteur à induction. Application à la radiographie éclair multi-temps.

Situation géographique et thématique

Le candidat retenu sera intégré à l'équipe Procédés Haute Tension (PHT) du laboratoire SIAME de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA) et sera amené à se rendre régulièrement sur le site du CEA CESTA au Barp (33114) au sein du Laboratoire Hautes Puissances Pulsées pour des réunions d'échange et lors de phases expérimentales.

Le laboratoire SIAME est une des quatre entités qui constitue le LRC SAGE (Laboratoire de Recherche Commun pour les Sciences Appliquées au Génie Electrique) composé d'une trentaine de chercheurs ou d'enseignants-chercheurs appartenant également au CEA CESTA, au CEA Gramat et au CEA Valduc. Ces équipes mènent depuis de nombreuses années, dans le cadre de projets collaboratifs, des travaux de recherche communs dans le domaine des Hautes Puissances Pulsées (HPP).

Contexte

Dans le cadre du projet E2S (Energy and Environment Solutions) UPPA, le CEA et l'UPPA collaborent autour du programme de recherche HiVoSS (High Voltage Solid Switch) regroupant un ensemble d'études exploratoires dans le domaine de la commutation à l'état solide pour les Hautes Puissances Pulsées (HPP).

Au-delà des strictes performances électriques, la commutation état solide est une rupture technologique prometteuse dans le domaine des HPP. Elle offre des perspectives de développement de nouvelles machines allégées en servitudes et en systèmes auxiliaires, dans des architectures électrotechniques plus compactes et plus intégrées. Disposer de telles options technologiques est un atout pour le maintien et le développement de compétences critiques dans le domaine des HPP, pour la conception de machines futures et pour le remplacement de sous-systèmes de machines existantes œuvrant au profit des programmes de durcissement, de radiographie éclair, des grands lasers de puissance ou des applications électromagnétiques à vocation défense ou civile.

Dans le cadre de la conception d'un nouvel injecteur d'électrons relativistes (2,6MeV – 3kA) pour l'installation de radiographie éclair EPURE, le CEA CESTA étudie l'opportunité d'intégrer cette technologie état solide à l'injecteur pour en améliorer ses performances. Ainsi, des générateurs impulsions Tout - État - Solide (TES) dans la gamme 20-30kV / 5-10kA pourraient être associés selon une architecture à induction pour optimiser les conditions d'extraction du faisceau d'électrons dans la diode sous vide, pendant une soixantaine de nanosecondes. L'idée étant de pouvoir bénéficier, grâce à ces générateurs TES, d'une très grande souplesse pour ajuster, à quelques pourcents, le plateau de l'impulsion de tension aux bornes de cette diode.

Ces générateurs TES devront être pilotés par un système de commande-contrôle performant permettant la génération de signaux impulsions rapides à très faible jitter pour être capable de déclencher les étages de transistors avec une grande précision (< nanoseconde). Ce système de pilotage, basé sur l'utilisation de la technologie Field-Programmable Gate Array (FPGA), intégrerait également des fonctions d'acquisition, de numérisation et de traitement de signaux rapides en vue d'adapter au mieux le pilotage des générateurs TES avec une approche itérative.

Le travail de thèse proposé ici vise à poursuivre des études déjà initiées au sein du LRC, qui mettent en œuvre à ces fins, les circuits intégrés logiques programmables de type FPGA. Ce type de circuit présente l'avantage d'être très versatile dans sa configuration. Il permet d'obtenir des vitesses de fonctionnement très élevées et une synchronicité très précise compatibles avec le développement d'un processus d'acquisition rapide. Plus précisément, il s'agit d'utiliser la famille des FPGA-SoC (Software on Chip), une technologie récente alliant un FPGA et un processeur multi-cœurs, associé dans un seul et même composant intégrant des passerelles de communication ultra rapides. Ce type de solution est donc parfaitement adapté au pilotage de signaux synchrones multiples.

Aussi, le candidat travaillera en étroite collaboration avec un docteur-ingénieur déployant ce type de technologie dans le cadre d'une co-maturation d'entreprise soutenue par le CEA et la SATT Aquitaine Science Transfert.

Activités

Analyse du fonctionnement des générateurs TES développés par le CEA pour :

- Identifier les signaux de commande à générer, les signaux à acquérir, les protections (environnement perturbé) à mettre en place ainsi que les moyens de surveillance à mettre en œuvre.
- Évaluer les durées caractéristiques envisageables en fonction des configurations expérimentales possibles
- Sélectionner la (les) technologie(s) appropriée(s) pour le cheminement de ces signaux entre le système de contrôle commande et les générateurs

Imaginer une architecture électronique qui soit à même de répondre au besoin, réaliser et tester des prototypes :

- Saisie des circuits électriques, routage des PCB
- Intégration des cartes avec protection et boîtiers adéquats
- Tests de validation des différentes fonctions

Intégration du système de commande-contrôle dans un ensemble commun à l'échelle 1/1 avec caractérisation des performances en matière de blindage et d'immunité sous environnement perturbé

Campagnes de tests de validation sur tout ou partie des générateurs TES, sur le site du CEA/CESTA.

- Conception, préparation et mise en œuvre de l'expérimentation
- Analyse des résultats
- Synthèse et préconisations relatives aux des évolutions à apporter

Capitalisation des acquis sous la forme de rapports d'avancement, de présentations des travaux en conférence et de la rédaction d'au moins un article dans un journal scientifique.

Informations complémentaires

Localisation : .Laboratoire SIAME – Université de Pau et des Pays de l'Adour, Pau.

Rémunération : environ 2400€ brut mensuel

Date de prise de fonction : courant novembre 2025

Contacts

Robert RUSCASSIE – robert.ruscassie@univ-pau.fr

Jean Marc DIENOT – jeanmarc.dienot@iut-tarbes.fr

Laboratoire SIAME – Université de Pau et des Pays de l'Adour
IPRA, Avenue de l'Université, 64000 Pau

Baptiste CADILHON – baptiste.cadilhon@cea.fr

CEA/CESTA – 15 avenue des Sablières, 33114 Le Barp

Pour candidater

Envoyer à Robert RUSCASSIE et Baptiste CADILHON un CV et une lettre de motivation. Une lettre de recommandation serait également bienvenue. Ces documents doivent être transmis avant le 10/10/2025.