



Electrotechnique des hautes puissances pulsées

Sujet :

Postdoc : Étude de solutions technologiques pour la conception d'un générateur haute tension rapide en technologie « état solide ».

Contexte :

La technologie des composants électroniques et électrotechniques à état solide s'appuie depuis le milieu du 20^{ème} siècle sur les développements majeurs associés aux technologies microélectroniques. Cette révolution a conduit à l'élaboration de composants extrêmement complexes, à des densités d'intégrations atteignant plusieurs dizaines de milliards de composants logiques par cm² permettant ainsi d'accroître exponentiellement les capacités de calcul des processeurs des grands calculateurs, mais aussi de s'introduire dans le quotidien. Ces développements ont par ailleurs permis l'introduction de technologies dédiées à la génération, la commutation et l'apport de puissance électrique permettant aujourd'hui de piloter des systèmes électriques complexes (voitures, trains, avions, satellites, systèmes pour la physique des hautes énergies, lasers de puissance...).

Dans ce contexte, la thématique de l'électrotechnique des Hautes Puissances Pulsées (HPP) représente un domaine spécifique ayant un grand nombre d'applications au profit d'installations dont l'objectif est de simuler expérimentalement diverses contraintes opérationnelles : onde électromagnétique, environnement radiatif, déformations mécaniques, radiographie éclair... Ces domaines représentent un des piliers majeurs de l'expertise de CEA, en particulier de la Direction des Applications Militaires. Cependant, à ce jour, peu de développements de démonstrateurs HPP sur la base de la technologie des composants dite à état solide (ou « solid state ») ont été menés par le CEA. Plusieurs acteurs gouvernementaux (Lawrence Livermore National Laboratory -LLNL-, Institute of Saint Louis, etc.), universitaires (SIAME, Technological University of Eindhoven, Univ. Tomsk) et industriels (Montana Technology, ITOPP, ABB) s'intéressent à cette technologie particulièrement prometteuse notamment pour ses performances de reproductibilité ou encore de fréquence de répétition. Des évolutions technologiques récentes ont par ailleurs permis d'accroître encore son spectre d'applications par l'utilisation des technologies SiC ou GaN qui ont atteint une maturité compatible d'applications industrielles. L'exemple du projet Scorpius piloté par le LLNL pour la conception, la réalisation et la mise en œuvre d'une installation de radiographie éclair multi-impulsions basée intégralement sur cette technologie constitue un projet emblématique. C'est pourquoi, mener des études en collaboration entre le CEA Gramat, le CEA CESTA et le Laboratoire SIAME de l'université de Pau et des Pays de l'Adour dans le cadre du LRC SAGE, représente une opportunité de monter collectivement en compétences par l'exploration de cette thématique innovante.

Objectifs :

L'objectif long terme de cette étude serait d'aboutir à la conception d'un générateur de haute tension pulsée (dizaines de kV) à front de montée rapide (la nanoseconde), largeur à mi-hauteur réduite, de fréquence de répétition élevée (env. 100 Hz). Cumuler l'ensemble de ces performances représente un challenge scientifique et technique ambitieux. Cette première étude aura ainsi pour objectif d'en identifier les principaux verrous et proposer des solutions afin de les lever.

L'application envisagée pour cette source de haute tension impulsionnelle serait l'alimentation de Ligne de Transmission Non Linéaire (« Non Linear Transmission Line – NLTL »). Pour cela, les spécifications attendues sont, une impulsion « carré » d'amplitude de plateau 30 kV avec temps de montée inférieur à 2 ns, une largeur à mi-hauteur de 5 ns et une fréquence de répétition de 100 Hz, le tout sur une impédance de charge 50 Ω.



Electrotechnique des hautes puissances pulsées

Déroulement du projet :

Pour mener à bien cette étude, le/la candidat(e) devra :

1. Réaliser une étude bibliographique des composants et technologies compatibles avec la conception d'un générateur de haute tension pulsée rapide et haute fréquence.
2. Mener une étude de faisabilité afin de proposer une preuve de concept.
3. Concevoir, simuler et réaliser chaque brique technologique constituant un tel générateur prototype :
 - a. Stockage, commutation et transport de l'énergie, déclenchement et pilotage global du moyen.
 - b. Conception des circuits.
 - c. Interface électro-mécanique avec la charge.
4. Procéder à l'assemblage du générateur et confronter les résultats expérimentaux aux simulations numériques afin de proposer des optimisations si nécessaires.
5. Proposer des conclusions sur les principaux verrous rencontrés, résolus et établir les perspectives d'amélioration ou d'adaptation des principales briques technologiques développées.

Informations complémentaires :

Le candidat retenu sera intégré à l'équipe Procédés Haute-Tension (PHT) du laboratoire des Sciences pour l'Ingénieur Appliquées à la Mécaniques et au génie Electrique (SIAME) de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour. Ce laboratoire 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).

Le contrat proposé est un postdoc d'une durée d'un an. Il pourra être prolongé d'une année supplémentaire en fonction des résultats obtenus.

Le salaire sera défini en fonction des rémunérations du CEA.

Contacts :

Léo SOUSBIELLE - leo.sousbielle@cea.fr – Tél. : 05 65 10 54 68

Rudy DELAUNAY - rudy.delaunay@cea.fr – Tél. : 05 65 10 57 84
CEA/CEG - D14, 46500 Gramat

Baptiste CADILHON – baptiste.cadilhon@cea.fr - Tél. : 05 57 04 40 00
CEA/CESTA – 15 avenue des Sablières, 33 114 Le Barp

Laurent PECASTAING – laurent.pecastaing@univ-pau.fr - Tél. : 05 59 40 75 64

Charly SIGOGNE – charly.sigogne@univ-pau.fr - Tél. : 05 59 40 72 24
Laboratoire SIAME – Université de Pau et des Pays de l'Adour
IPRA, Avenue de l'Université, 64000 Pau

Pour candidater :

Envoyer à Charly SIGOGNE (charly.sigogne@univ-pau.fr) un CV, un article publié par le candidat en lien avec les recherches à mener dans le cadre de ce postdoctorat et une lettre de motivation. Ces documents doivent être transmis avant le 30/04/2024.



Electrotechnique des hautes puissances pulsées

Subject:

Postdoc: Study of technological solutions for the design of a fast high-voltage generator in “solid state” technology.

Context:

The technology of solid-state electronic and electrotechnical components has been based since the mid-20th century on major developments associated with microelectronic technologies. This revolution has led to the development of extremely complex components, with integration densities reaching several tens of billions of logical components per cm², thus making it possible to exponentially increase the calculation capacities of the processors of large computers, but also to introduce into everyday life. These developments have also enabled the introduction of technologies dedicated to the generation, switching and supply of electrical power, making it possible today to control complex electrical systems (cars, trains, planes, satellites, systems for high-level energies physics, power lasers, etc.).

In this context, the theme of High Power Pulsed Electrotechnics (HPP) represents a specific field having a large number of applications for the benefit of installations whose objective is to experimentally simulate various operational constraints: electromagnetic wave, radiative environment, mechanical deformations, flash radiography, etc. These areas represent one of the major pillars of the expertise of the CEA, in particular of the Military Applications Department. However, to date, few developments of HPP demonstrators based on so-called solid state component technology have been carried out by the CEA. Several government (Lawrence Livermore National Laboratory -LLNL-, Institute of Saint Louis, etc.), academic (SIAME, Technological University of Eindhoven, Univ. Tomsk) and industrial (Montena Technology, ITOPP, ABB) players are interested in this technology particularly promising in particular for its reproducibility performance or even repetition frequency. Recent technological developments have also made it possible to further increase its range of applications through the use of SiC or GaN technologies which have reached a maturity compatible with industrial applications. The example of the Scorpius project led by the LLNL for the design, construction and implementation of a multi-pulse flash radiography installation based entirely on this technology constitutes an emblematic project. This is why, carrying out collaborative studies between the CEA Gramat, the CEA CESTA and the SIAME Laboratory of the University of Pau and Pays de l'Adour within the framework of the LRC SAGE, represents an opportunity to collectively improve skills by exploring this innovative theme.

Objectives:

The long-term objective of this study would be to achieve the design of a pulsed high-voltage generator (tens of kV) with a rapid rise front (one nanosecond), reduced width at half-height, and high repetition frequency. (approx. 100 Hz). Accumulating all of these performances represents an ambitious scientific and technical challenge. This first study will therefore aim to identify the main obstacles and propose solutions to overcome them.

The envisaged application for this pulsed high-voltage source would be the power supply of Non Linear Transmission Line (“Non Linear Transmission Line – NLTL”). For this, the expected specifications are, a “square” pulse with a plateau amplitude of 30 kV with a rise time of less than 2 ns, a width at half maximum of 5 ns and a repetition frequency of 100 Hz, on a load impedance of 50 Ω.



Electrotechnique des hautes puissances pulsées

Activities:

To successfully complete this study, the candidate must:

1. Carry out a bibliographic study of the components and technologies compatible with the design of a fast and repetitive pulsed high-voltage generator.
2. Conduct a feasibility study to propose a proof of concept.
3. Design, simulate and produce each technological brick constituting such a prototype generator:
 - a. Storage, switching and transport of energy, triggering and overall control of the means.
 - b. Circuit design.
 - c. Electro-mechanical interface with the load.
4. Proceed with the assembly of the generator and compare the experimental results with numerical simulations in order to propose optimizations if necessary.
5. Propose conclusions on the main obstacles encountered and resolved, and establish prospects for improvement or adaptation of the main technological blocks developed.

Additional information:

The candidate will be integrated into the team of the High Voltage Processes (PHT) of the laboratory for Applied Sciences in Mechanics and Electrical Engineering (SIAME) of the University of Pau and Pays de l'Adour in France.

This Laboratory is one of the four entities which constitute the LRC SAGE (Joint Research Laboratory for Applied Sciences in Electrical Engineering) composed of around thirty researchers or teacher-researchers also belonging to the CEA Gramat, CEA CESTA and the CEA Valduc. These teams have been carrying out joint research work in the field of High Pulsed Power (HPP) for many years, as part of collaborative projects.

The proposed position is a postdoc which will last for one year. It will be possibly extended for an additional year depending on the results obtained.

The salary will be defined according to the CEA's remuneration.

Contacts:

Léo SOUSBIELLE - leo.sousbielle@cea.fr – Tél. : +33 5 65 10 54 68

Rudy DELAUNAY - rudy.delahunay@cea.fr – Tél. : +33 5 65 10 57 84
CEA/CEG - D14, 46 500 Gramat, FRANCE

Baptiste CADILHON – baptiste.cadilhon@cea.fr - Tél. : +33 5 57 04 40 00
CEA/CESTA – 15 avenue des Sablières, 33114 Le Barp, FRANCE

Laurent PECASTAING – laurent.pecastaing@univ-pau.fr - Tél. : +33 5 59 40 75 64

Charly SIGOGNE – charly.sigogne@univ-pau.fr - Tél. : +33 5 59 40 72 24
Laboratoire SIAME – Université de Pau et des Pays de l'Adour
IPRA, Avenue de l'Université, 64000 Pau, FRANCE

To apply:

Send to Charly SIGOGNE (charly.sigogne@univ-pau.fr) a curriculum vitae, an article published by the candidate relating to the research to be carried out as part of this postdoctoral position and a cover letter. These documents must be sent before 04/30/2024.