

Sujet

Analyse détaillée du fonctionnement électromagnétique temporel d'un injecteur à induction en vue de l'amélioration de ses performances par l'utilisation potentielle de la technologie des semi-conducteurs. Application à la radiographie éclair multi-temps.

Situation géographique et thématique

Le candidat retenu sera intégré au Laboratoire des Hautes Puissances Pulsées du CEA CESTA sur son site du Barp en Gironde (33 114).

Ce Laboratoire est une des quatre entités qui constituent 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 Gramat, au CEA Valduc et au SIAME (équipe PHT) de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour (UPPA). 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-UPPA (Energy and Environment Solutions), 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 HPP. L'un des axes de recherche vise en particulier à exploiter le matricage de semi-conducteurs pour compenser les réflexions parasites se propageant dans un accélérateur à induction utilisé pour des applications de radiographie éclair multi-temps (N impulsions). Une solution envisagée pour cela est la réalisation de résistance dynamique pilotable dans une gamme de temps 1-100 ns.

Plus précisément, le CEA développe un nouvel injecteur d'électrons relativistes à partir de la technologie IVA (Inductive Voltage Adder). Il s'agit d'un générateur Très Haute Tension (> 2 MV) dont le fonctionnement s'approche d'un transformateur linéaire ; à savoir, plusieurs primaires fonctionnent en parallèle, leurs flux, au secondaire, sont additionnés en série pour réaliser une élévation de tension. Les impulsions de tension produites par ce générateur atteignent une amplitude de l'ordre de 2 MV, pour un courant électronique généré de 2-3 kA durant des plateaux d'environ 60 ns. Du fait des réflexions parasites issues de l'impulsion N-1 et se superposant à l'impulsion N, une difficulté réside dans l'obtention de très faible taux d'ondulation en tension sur ces plateaux. L'objectif de ce travail est donc d'abord d'évaluer l'amplitude des perturbations, leur origine, puis de rechercher et d'imaginer différentes solutions afin d'améliorer la qualité des plateaux.

Activité

L'activité proposée aura pour but d'atteindre les objectifs présentés suivants :

- 1- Concevoir un modèle de simulation électrique type circuit (Spice) de l'injecteur IVA. La modélisation de l'IVA sera réalisée en collaboration avec les équipes du CEA et pourra faire appel à des simulations électromagnétiques plus complexes pour comprendre où et comment sont produites les réflexions parasites. Une modélisation fine et satisfaisante existe au niveau d'un générateur et doit être étendue à l'ensemble de l'injecteur. Ce modèle sera utilisé pour proposer des études expérimentales paramétriques sur des portions plus ou moins complètes d'injecteur.
- 2- Identifier et hiérarchiser les différentes formes d'ondes à compenser en vue d'obtenir les qualités d'impulsions visées.
- 3- Imaginer les solutions technologiques permettant de compenser ces réflexions parasites. À ce stade, aucune piste ne doit être écartée.
- 4- Répertorier et classer les différentes technologies de semi-conducteurs en fonction de leurs caractéristiques intrinsèques (temps d'ouverture et de fermeture, tension admissible, etc.).

- 5- Extrapoler ces caractéristiques à des matrices de ces composants en vue d'atteindre les niveaux de tension et courant compatibles des travaux précédents (2 et 3).
- 6- Commencer une préétude de faisabilité en vue de leur intégration dans un IVA.
- 7- Identifier les laboratoires ou industriels capables de concevoir le besoin défini.
- 8- Contribuer à la conception de prototypes à une échelle réaliste sur les technologies ayant le plus fort potentiel.
- 9- Contribuer à la conception et à la réalisation des expériences permettant de démontrer le fonctionnement attendu, y compris dans des cas de défaut.
- 10- Rédaction d'une note de synthèse décrivant l'ensemble des travaux menés et réalisation d'une projection en vue d'une potentielle industrialisation.

Contacts

Baptiste CADILHON – baptiste.cadilhon@cea.fr

Irwin ISSURY – irwin.issury@cea.fr

CEA/CESTA – 15 avenue des Sablières, 33 114 Le Barp

Tél. : 05 57 04 40 00

Laurent PECASTAING – laurent.pecastaing@univ-pau.fr

Charly SIGOGNE – charly.sigogne@univ-pau.fr

Laboratoire SIAME – Université de Pau et des Pays de l'Adour

IPRA, Avenue de l'Université, 64000 Pau

Tél. : 05 59 40 75 64

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 22/12/2023.

Subject

Detailed analysis of the temporal electromagnetic operation of an induction injector to improve its performance through the potential use of semiconductor technology. Application to multi-time flash radiography.

Geographical location and thematic

The candidate will be integrated into the team of the High Power Pulses Laboratory of CEA CESTA on its Barp site in Gironde (33 114).

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, the CEA Valduc and the laboratory SIAME (PHT Team) from the University of Pau and Pays de l'Adour. 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.

Context

As part of the E2S-UPPA (Energy and Environment Solutions) project, the CEA and UPPA are collaborating around the HiVoSS (HIgh VOLTage Solid Switch) research program bringing together a set of exploratory studies in the field of solid-state power switching for HPP. One of the lines of research aims in particular to exploit the stamping of semiconductors to compensate for parasitic reflections propagating in an induction accelerator used for multi-time flash radiography applications (N pulses). A solution envisaged for this is the creation of dynamic resistance controllable in a time range 1–100 ns.

More precisely, the CEA is developing a new relativistic electron injector using IVA (Inductive Voltage Adder) technology. This is a Very High Voltage generator (> 2 MV) whose operation is similar to a linear transformer; namely several primaries operate in parallel, their flows, at the secondary, are added in series to achieve a voltage rise. The voltage pulses produced by this generator reach an amplitude of around 2 MV, for an electronic current generated of 2–3 kA during plateaus of around 60 ns. Due to the parasitic reflections coming from the N-1 pulse and superimposed on the N pulse, a difficulty lies in obtaining a very low voltage ripple rate on these plateaus. The objective of this work is therefore first to evaluate the amplitude of the disturbances, their origin, then to research and imagine different solutions in order to improve the quality of the plateaus.

Activities

The proposed activity will aim to achieve the following objectives:

- 1- Design a circuit type electrical simulation model (Spice) of the IVA injector. The IVA modeling will be carried out in collaboration with CEA teams and may use more complex electromagnetic simulations to understand where and how parasitic reflections are produced. Fine and satisfactory modeling exists at the level of a generator and must be extended to the entire injector. This model will be used to propose parametric experimental studies on more or less complete portions of the injector.
- 2- Identify and prioritize the different waveforms to compensate in order to obtain the targeted pulse qualities.
- 3- Imagine technological solutions to compensate for these parasitic reflections. At this stage, no idea should be ruled out.
- 4- List and classify the different semiconductor technologies according to their intrinsic characteristics (opening and closing times, admissible voltage, etc.).
- 5- Extrapolate these characteristics to matrices of these components in order to reach the compatible voltage and current levels of the preceding works (2 and 3).
- 6- Begin a preliminary feasibility study with a view to their integration into an IVA.
- 7- Identify laboratories or manufacturers capable of designing the defined need.

- 8- Contribute to the design of prototypes on a realistic scale on technologies with the greatest potential.
- 9- Contribute to the design and execution of experiments to demonstrate the expected operation, including in fault cases.
- 10- 10- Write a summary note describing all the work carried out and produce a projection with a view to potential industrialization.

Contacts

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

Laurent PECASTAING – laurent.pecastaing@univ-pau.fr
Charly SIGOGNE – charly.sigogne@univ-pau.fr
Laboratoire SIAME – Université de Pau et des Pays de l'Adour
IPRA, Avenue de l'Université, 64000 Pau
Tél. : 05 59 40 75 64

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 12/22/2023.