

PROPOSITION SUJET DE THESE

Etude théorique, numérique et expérimentale d'un klystron 12 GHz de forte puissance

DESCRIPTION ET PROBLEMATIQUE

Le Service des Accélérateurs, de la Cryogénie et du Magnétisme (SACM) a en charge la recherche et le développement de nouveaux concepts d'accélérateurs de particules. En particulier, le SACM participe depuis plusieurs années dans le cadre d'une collaboration internationale à l'étude d'un collisionneur linéaire d'électrons-positrons appelé Compact Linear Collider (CLIC). Ce nouvel accélérateur permettra de mener des expériences de physiques des particules à très haute énergie avec une très grande précision, au-delà des possibilités actuelles de l'accélérateur LHC du CERN.

Les performances de la machine CLIC sont obtenues en particulier grâce à des cavités accélératrices très avancées qui résonnent à la fréquence élevée de 12 GHz et accélèrent les particules à un champ électrique alternatif intense de 100 MV/m.

Un défi important pour le projet CLIC est l'alimentation en puissance de ces cavités. Cette alimentation s'effectue à l'aide de sources électromagnétiques hyperfréquences capables de générer une onde pulsée de forte puissance de crête, typiquement quelques mégawatts pendant plusieurs centaines de nanosecondes.

Une première étude menée dans le laboratoire d'accueil a mené au choix d'un klystron comme source de puissance.

L'objectif de la thèse sera l'étude approfondie et le design de ce klystron, qui sera capable de délivrer à la fois une puissance de crête de 10 MW et une puissance moyenne de l'ordre de 10 kW, performances. Il s'agit d'une innovation scientifique et technique importante dans le domaine des sources hyperfréquence.

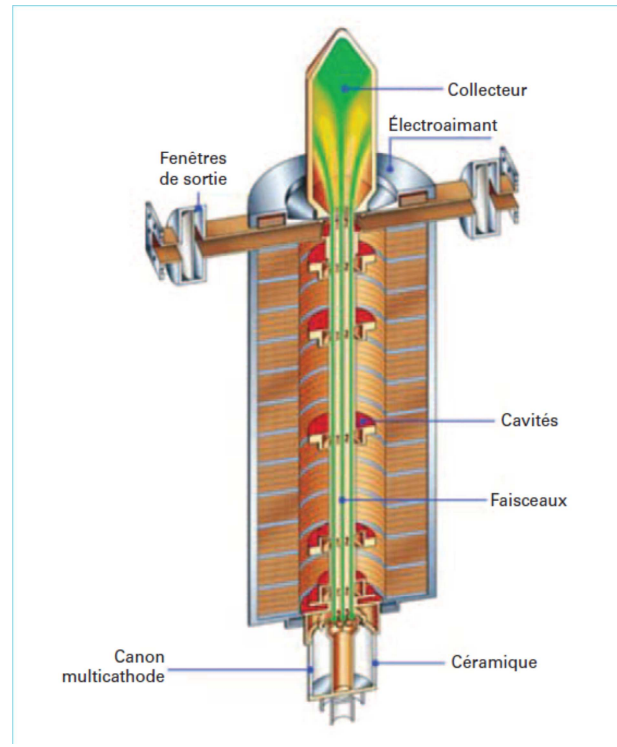


Figure 1 : Schéma d'un klystron multifaisceaux (Techniques de l'Ingénieur, E1620)

LABORATOIRE. ENCADREMENT

La thèse se déroulera au CEA Saclay au sein du Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Accélérateurs et Hyperfréquences (LISAH) du SACM. Le candidat sera intégré à une équipe travaillant sur le projet européen Eucard2.

L'encadrement sera assurée par Juliette Plouin, et Franck Peauger ingénieur-chercheurs au LISAH, spécialiste des cavités hyperfréquences et des sources hyperfréquences. Le doctorant pourra s'appuyer plus généralement sur plusieurs membres de l'équipe du LISAH, ingénieurs et techniciens, ayant une connaissance approfondie de la technologie des sources hyperfréquences.

TRAVAIL PROPOSE

Le doctorant sera en charge de la conception du design de ce klystron 12 GHz.

De nombreuses simulations "multi-physiques" (électrodynamique du faisceau d'électrons, électromagnétisme, thermo-mécanique...) seront effectuées sur des codes de calculs présents au laboratoire. Une attention particulière sera portée sur le groupement par paquets du faisceau d'électrons pour améliorer le rendement électrique. Les concepts les plus avancés tels que la technologie multifaisceaux, la focalisation magnétique à aimants permanents ou l'interaction étendue pourront être explorés.

Certains de ces concepts seront vérifiés expérimentalement sur un prototype fabriqué spécifiquement dans le cadre de la thèse.

FORMATION ET COMPETENCES REQUISES

Le candidat devra avoir effectué un master de physique portant sur une des thématiques suivantes : électromagnétisme, hyperfréquences, électrotechnique, accélérateurs et grands instruments. Il devra avoir par ailleurs une excellente formation scientifique générale de base. Il lui faudra également une solide compétence en calcul numérique ainsi qu'un goût pour la réalisation expérimentale.

COMPETENCES ACQUISES

Le candidat acquerra au cours de cette thèse d'excellentes compétences dans le domaine des sources de puissance hyperfréquences, qu'il pourra développer par la suite aussi bien dans la recherche que dans l'industrie.

Il développera également des compétences, aussi bien académiques qu'expérimentales, en physique et en ingénierie, dans des domaines aussi variés que la mécanique, les matériaux, les techniques du vide ou encore la thermique.

COLLABORATIONS

Une étroite collaboration avec l'équipe CLIC du CERN et plusieurs partenaires industriels est demandée. Pour l'exécution du programme de recherche, des déplacements en France ou à l'étranger seront requis pendant de courtes périodes

CONTACTS

Scientifique :

Juliette Plouin, juliette.plouin@cea.fr,

Tél : 01 69 08 12 65

Franck Peauger, franck.peauger@cea.fr

Tél : 01 69 08 70 28

CEA-Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette