

Architecture de refroidissement des aimants supraconducteurs pour les réacteurs de fusion

Contact : Christine HOA DRF//INAC/SBT/LRTH christine.hoa@cea.fr 0438782664

Stage pouvant se poursuivre en thèse : Non

Résumé :

Les futurs réacteurs de fusion, comme le démonstrateur européen EU DEMO, auront des aimants supraconducteurs refroidis à 4 K grâce à un écoulement d'hélium supercritique en convection forcée. Des études de pré-conception sont actuellement menées afin de dimensionner les futurs aimants supraconducteurs et leurs systèmes de refroidissement. Le SBT du CEA Grenoble est impliqué dans ces activités en collaboration avec plusieurs instituts de recherche européens dans le cadre d'un contrat avec Eurofusion. Il développe un outil de dimensionnement du système cryo-magnétique : Simcryogenics, sous environnement MATLAB/SIMULINK. Le stage proposé permettra de mener des simulations avec ce code thermo-hydraulique en mode stationnaire et instationnaire et ainsi étudier la thermo-hydraulique 1-D des aimants supraconducteurs couplé au système cryogénique.

Sujet détaillé :

L'objectif du stage est de mener des calculs de dimensionnement et de réfléchir sur une optimisation globale du système cryo-magnétique : les câbles supraconducteurs et leur refroidissement associé, afin de minimiser la puissance totale de réfrigération.

Le stage proposé permettra de réaliser des modèles et des simulations, en étudiant :

- les températures, pressions et débits de refroidissement à l'interface entre le système cryogénique et les aimants supraconducteurs.
- Les architectures des circuits de refroidissement : hélium supercritique en convection forcée et les choix possibles de distributions suivant les familles d'aimants et leurs charges thermiques

Dans un premier temps, le stagiaire construira un modèle 1-D comprenant une longueur de câble supraconducteur et le système de distribution de l'hélium qui permet de le refroidir, utilisant notamment des cryo-machines (circulateur et compresseur froid) et un bain saturé d'hélium liquide. Ce modèle permettra de comparer le refroidissement de trois designs proposés par les instituts de recherche européens (géométrie, type de bobinage, matériaux). Ces modèles prendront en compte la répartition spatiale non uniforme des charges thermiques. Par la suite, pour chacun des trois designs, un calcul d'optimisation pourra être proposé afin de déterminer les paramètres thermo-hydrauliques permettant de minimiser la puissance de réfrigération totale à 4 K.

Ce stage comporte une grande partie de modélisation et de compréhension des phénomènes thermo-hydrauliques à l'échelle système. Il nécessite une capacité d'analyse des données concernant le dimensionnement de câbles supraconducteurs.

Compétences requises :

Thermique, hydraulique, thermodynamique, modélisation, MATLAB/Simulink