

Développement d'une nouvelle stratégie de contrôle du système de refroidissement des grands tokamaks

Contact : Patrick BONNAY DSM/INAC/SBT/GEA patrick.bonnay@cea.fr 0438784530

Stage pouvant se poursuivre en thèse : Oui

Résumé :

Dans le cadre de la recherche d'une nouvelle source d'énergie pour le futur, la fusion contrôlée par confinement magnétique au sein d'un tokamak apparaît comme une solution. Afin d'obtenir les forts champs magnétiques nécessaires au confinement d'un plasma, les tokamaks utilisent des aimants supraconducteurs refroidis à des températures inférieures à 4.5K (-268.65°) avec de l'hélium. La production de la puissance de refroidissement et la distribution de l'hélium liquide sont assurées par des systèmes cryogéniques de forte puissance.

Le mode de fonctionnement cyclique des tokamaks engendre des variations brutales de charges thermiques sur le système cryogénique assurant le refroidissement des aimants supraconducteurs.

Différentes méthodes de contrôle de lissage des charges thermiques ont été testées sur une boucle expérimentale d'hélium supercritique nommé Helios (HElium Loop for hIgh LOads Smoothing) située au SBT. Cette boucle permet de reproduire les principaux phénomènes physiques à échelle réduite. Les méthodes actuelles de contrôle sont basées sur des correcteurs mono variables (PID) qui ne prennent pas en compte les couplages forts entre les différentes variables régulées. Une approche basée sur un modèle d'état (prenant donc en compte les couplages dynamiques) devra être développée, afin d'assurer la convergence rapide des variables à réguler, la robustesse aux incertitudes de modèles, et l'économie d'énergie.

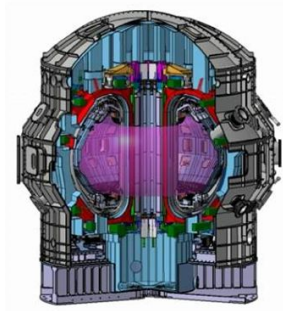
Ce stage s'inscrit dans l'approche élargie du projet ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor). Dans ce cadre, le Service des Basses Températures (SBT) du CEA Grenoble est responsable de la conception des systèmes cryogéniques du futur tokamak Japonais JT60-SA

Sujet détaillé :

Le travail demandé sera décomposé en quatre phases :

1. Créer un modèle dynamique du système, à partir d'une bibliothèque de modèles d'objets couramment rencontrés en cryogénie (laquelle devra être éventuellement complétée).
2. Valider le modèle à l'aide des données expérimentales déjà obtenues ou au moyen d'un simulateur du procédé.
3. Proposer et mettre au point une méthode de contrôle avancé (multi variables) basé sur le modèle précédemment développé.
4. Valider la méthode proposée sur le simulateur puis éventuellement sur le procédé.

Ce stage est adapté à des scientifiques formés à l'automatique. L'ensemble de ce travail se fera au CEA/INAC/Service des Basses Températures. La boucle de simulation Helios du Service des Basses Températures du CEA Grenoble sera utilisée pour les essais.



Tokamak Japonais JT-60SA



Boucle expérimentale HELIOS du SBT

Compétences requises :

Automatique, connaissance de Matlab Simulink