

2SC5691 - Régulation et commande de systèmes de production et de conversion d'énergie

Responsables : **Jing DAI**

Langues d'enseignement : **FRANCAIS**

Campus où le cours est proposé : **CAMPUS DE PARIS - SACLAY**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **40**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **24**

Année académique : **2024-2025**

Niveau avancé : **non**

Présentation, objectifs généraux du cours :

Cet Enseignement d'Intégration "Production et conversion d'énergie" se propose d'aborder la régulation de diverses installations de production d'énergie électrique raccordées au réseau de distribution et de transport. Les systèmes d'étude proposés aux étudiants seront constitués par exemple (liste à affiner en fonction des sujets proposés) d'une installation de production hydroélectrique, d'une ferme éolienne, d'une cogénération, ou encore d'une installation de production photovoltaïque.

Le travail demandé comportera les étapes principales suivantes :

- Développement d'un modèle de l'installation de production d'énergie à partir de documents et données fournis
- Calcul d'une loi de commande pour l'installation en réponse à un cahier des charges adapté à la problématique particulière de l'installation de production considérée
- Validation en simulation des performances de régulation

Les travaux seront réalisés en partie en partenariat avec EDF, notamment le Centre d'Ingénierie Hydraulique situé au Bourget-du-Lac.

Selon les cas, il s'agira de reproduire en simulation le comportement observé sur l'installation, d'en améliorer le fonctionnement, ou bien d'investiguer une stratégie de commande innovante pour l'installation.

Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

ST5

Prérequis :

- Commande des systèmes dynamiques (cours commun de séquence 5)
- Introduction à la production d'énergie (cours spécifique à la ST5 "Systèmes Multi-Energies")

Plan détaillé du cours (contenu) :

Déroulé de l'Enseignement d'Intégration :

- Première demi-journée : présentation et répartition des sujets d'étude

- Demi-journées 2 à 8 : réalisation du projet
 - Prise en main de la problématique et des données fournies
 - Réalisation d'un simulateur non linéaire de l'installation en boucle ouverte
 - Détermination d'un modèle exploitable pour la commande
 - Calcul de la loi de commande en fonction du cahier des charges de l'installation considérée
 - Définition, si possible, d'une stratégie de commande innovante
 - Validation sur le simulateur non linéaire
- Dernière demi-journée : restitution, présentation orale des résultats

La demi-journée n°4 sera réalisée en autonomie par les étudiants

Déroulement, organisation du cours :

Fonctionnement en mode projet par groupe de 4 ou 5 étudiants.
Encadrement par les enseignants de l'école.

Organisation de l'évaluation :

Chaque groupe de 4 ou 5 étudiants devra fournir :

- un simulateur complet du travail effectué, incluant un simulateur non linéaire du système, la loi de commande et les fichiers de validation;
- un rapport exposant l'approche proposée et en particulier le mode d'emploi pour utiliser le simulateur et les codes;
- une présentation orale de l'étude.

Les compétences C1, C2 et C6 seront spécifiquement évaluées

"C1 Analyser, concevoir et réaliser des systèmes complexes à composantes scientifiques, technologiques, humaines et économiques", notamment par la justification de la démarche adoptée
 "C2 Développer une compétence approfondie dans un domaine d'ingénieur et dans une famille de métiers", notamment par l'analyse des résultats obtenus vis à vis de l'application considérée
 "C6 Être opérationnel, responsable et innovant dans le monde numérique", notamment par la fourniture des simulateurs

Moyens :

- Équipe d'enseignants du Département Automatique et du Département Energie;
- Contacts avec des ingénieurs de recherche d'EDF;
- Mise à disposition de documents et de données sur les installations de production d'énergie électrique;
- Utilisation des PCs des étudiants

Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

A l'issue de ce module, les étudiants seront capables de

- Modéliser un système physique industriel pour un objectif de commande ;
- Comprendre l'impact de la régulation d'une installation sur le fonctionnement global du système électrique ;
- Modéliser d'un point de vue fonctionnel le système afin d'en déterminer la stratégie de commande ;
- Développer une loi de commande satisfaisant un cahier des charges ;
- Prendre en compte les spécificités des unités de conversion d'énergie ;
- Valider le comportement d'un système régulé de production d'énergie électrique.

Description des compétences acquises à l'issue du cours

⋮

- C1.1 Examine problems in their entirety and beyond their immediate parameters. Identify, formulate and analyse the scientific, economic and human dimensions of a problem
- C1.2 Develop and use appropriate models, choosing the correct modelling scale and simplifying assumptions when addressing a problem
- C1.3 Apply problem-solving through approximation, simulation and experimentation. / Solve problems using approximation, simulation and experimentation
- C1.4 Design, detail and corroborate a whole or part of a complex system
- C2.1 Thoroughly master a domain or discipline based on the fundamental sciences or the engineering sciences.
- C3.6 Evaluate the efficiency, feasibility and strength of the solutions offered. / proposed solutions
- C3.7 Make pragmatic and informed choices with the aim of producing tangible results.
- C7.1 Persuade at core value level; to be clear about objectives and expected results. To apply rigour when it comes to assumptions and structured undertakings, and in doing so structure and problematise the ideas themselves. Highlight the added value
- C8.1 Work collaboratively in a team

Bibliographie :

- N. Gionfra, H. Siguerdidjane, G. Sandou, D. Faille, and P. Loevenbruck. Combined Feedback Linearization and MPC for Wind Turbine Power Tracking. 2016 IEEE Multi-Conference on Systems and Control, International Conference on Control Applications, Buenos Aires, Argentina, September 19th-22nd, 2016.
- Boubekeur Boukhezzar and Houria Siguerdidjane. Nonlinear Control of a Variable-Speed Wind Turbine Using a Two-Mass Model. IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 26, no. 1, Mars 2011.
- Morten Hartvig Hansen and Lars Christian Henriksen. Basic DTU Wind Energy controller. DTU Wind Energy E-0018. January 2013.
- Gérard Robert, Frédéric Michaud. Reduced Models for Grid Connected Hydro Power Plant Application to Generation Control. International Conference on Communications, Computing and Control Applications. 3-5 March 2011. Hammamet, Tunisia
- Nicola Femia, Giovanni Petrone, Giovanni Spagnuolo, and Massimo Vitelli. Optimization of Perturb and Observe Maximum Power Point Tracking Method. IEEE Transaction on Power Electronics, Vol. 20, No. 4, July 2005
- Rae-Young Kim, and Jih-Sheng Lai. Seamless Mode Transfer Maximum Power Point Tracking Controller For Thermoelectric Generator Applications. IEEE Transaction on Power Electronics, vol. 23, no. 5, September 2008