

Étude du contrôle optimal du système des paramètres environnementaux des serres

Numéro de la fiche : OPR-893

Sommaire

DIRECTION DE RECHERCHE

Philippe Micheau, Professeur -
Département de génie mécanique

RENSEIGNEMENTS

philippe.micheau@usherbrooke.ca

UNITÉ(S) ADMINISTRATIVE(S)

Faculté de génie
Département de génie mécanique

CYCLE(S)

3e cycle

LIEU(X)

Campus principal

Description du projet

Contexte : Le projet se décline en 4 sous-projets, soit (1a) la modélisation d'une serre en vue du développement de la méthode de pincement intermittent pour le design éco-énergétique des serres semi-fermées, (2) l'étude expérimentale et numérique du stockage thermique stratifié, (3) l'étude du contrôle optimal du système des paramètres environnementaux des serres, et (1b), l'application de la méthode de pincement intermittent pour le design éco-énergétique des serres semi-fermées. Le premier et le dernier sous-projet seront réalisés par un post-doctorant travaillant déjà dans le laboratoire de Pr Mikhail Sorin, et le deuxième et troisième sous-projets seront réalisés par des étudiants à la maîtrise en génie mécanique, l'un sous la direction de Pr Mikhail Sorin, et l'autre sous la direction de Pr Philippe Micheau respectivement. Lorsque les activités de recherche seront complétées, les résultats seront présentés à une conférence, et une activité de transfert de connaissance vers le milieu serricole sera mise sur pied avec M. Jacques Terriault de Climax Conseil.

Le sous-projet sur le contrôle optimal d'une serre comportera une étude sur la dynamique des composantes du design d'une serre dans le contexte de l'application de « pincement intermittent ». Un défi spécifique à ce sous-projet de maîtrise est de s'assurer que le dimensionnement optimal des composantes est basé sur une commande optimale qui peut se déployer sur une installation. Pour développer la méthode, on se basera sur une configuration générique de serre prometteuse.

Historiquement, le choix et le dimensionnement d'un système sont complétés avant d'aborder le choix de la conception de contrôle. Dans le cas d'une serre, la qualité du climat intérieur de la serre et la capacité du système de contrôle de maintenir les paramètres clés dans une fourchette de valeurs acceptables ont un impact sur la productivité de la serre et la consommation énergétique. Afin de développer la stratégie de commande en synergie avec le dimensionnement, il faut fournir, pour chaque dimensionnement candidat, une prédiction de la performance avec une commande optimale réaliste (qui respecte les contraintes et un critère d'optimisation). Puis, pour cette installation candidate avec la commande optimale candidate, il faudra évaluer sa robustesse face aux incertitudes et aux perturbations.

Pour la serre considérée, il faudra établir la structure mathématique du modèle d'état (son ordre égal au nombre de stockage d'énergie) et ses contraintes d'utilisation (valeurs minimales et maximales sur les variables et les paramètres). Ainsi, il faudra spécifier les caractéristiques des variables mesurées (Process Variable), des variables commandées (Control Variable), des variables d'état (associées aux réservoirs d'énergie) et des perturbations externes (associées à la météo); de plus, il faudra spécifier les incertitudes paramétriques (chargement de la serre, isolation thermique, rendement des systèmes...). À partir de ce modèle d'état nominal, les outils numériques serviront à synthétiser N commandes optimales obtenues en variant les réglages de pondération du critère objectif et de la structure du contrôleur (LQ, LQI, adaptatif,...).

Afin d'évaluer la robustesse de chaque commande synthétisée, il faudra procéder à des études de type Monté-Carlo pour les scénarios de

déviations par rapport au dimensionnement nominal. Chaque scénario va requérir K tirages aléatoires sur les paramètres incertains. Il faudra donc réaliser NxK simulations numériques pour chaque dimensionnement nominal proposé. In fine, les N contrôleurs candidats seront classés selon un critère de performance robuste, afin de sélectionner la stratégie la mieux adaptée. Le score de la meilleure commande sera une information clef pour le dimensionnement des composants, permettant son optimisation. L'originalité de la méthode globale proposée est de synthétiser la loi de commande en synergie avec le dimensionnement des composants.

La commande sélectionnée sera finalement réductible à une forme implémentable (selon une procédure de réduction de modèle) afin de proposer un contrôleur acceptable sur une plateforme informatique abordable (un PC, ou un nano-ordinateur de type Raspberry Pi) et déployable dans une vraie serre. En effet, un code Matlab (ou Simulink) peut être déployé en « Stand Alone » (sans besoin d'une licence Matlab) sur une plateforme temps réel selon une procédure de prototypage rapide (grâce à un Toolbox dédié).

Discipline(s) par secteur

Sciences naturelles et génie

Génie mécanique

Financement offert

Oui

Partenaire(s)

Mitacs, Serres St-Élie, Gobeil Dion & Associés inc.

La dernière mise à jour a été faite le 12 mars 2024. L'Université se réserve le droit de modifier ses projets sans préavis.