



جامعة محمد الخامس بالرباط
Université Mohammed V de Rabat

École Nationale Supérieure d'Informatique et d'Analyse des Systèmes
Centre d'Études Doctorales en Sciences des Technologies de l'Information et de l'Ingénieur

AVIS DE SOUTENANCE DE THÈSE DE DOCTORAT

Monsieur Noureddine BOUTCHICH

Soutiendra publiquement sa thèse de Doctorat en Sciences de l'ingénieur

Spécialité : Génie Électrique

Le Samedi 15 Juin 2024 à 10H00 au Grand Amphi à l'ENSAM de Rabat

Intitulé de la thèse

COMMANDES AVANCEES POUR LE CONTRÔLE DE LA TEMPERATURE INTERNE DU BATIMENT

Président :

Pr. Mohamed ESSAAIDI, PES, École Marocaine des Sciences de l'Ingénieur

Directeur de thèse :

Pr. Soumia EL HANI, PES, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat

Co-Directeur de thèse :

Pr. Mohammed BENNANI, PES, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat

Rapporteurs :

Pr. Ibtissam LACHKAR, PES, ENSEM, Université Hassan II, Casablanca

Pr. Abdennaser BOUROUHOU, PES, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat

Pr. Ahmed EL AKKARY, PES, EST, Université Mohammed V de Rabat

Examineurs :

Pr. Saïd GUEDIRA, PES, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Rabat

Pr. Abdelmajid ABOULOIFA, PES, ENSAM, Université Hassan II, Casablanca



Résumé: Le système de contrôle de la température interne du bâtiment est un système complexe. Cette complexité est due au fait que la conception de la loi de commande doit prendre en compte plusieurs paramètres, données et contraintes internes et externes.

Afin d'atteindre des objectifs de régulation, de robustesse et d'optimisation énergétique en prenant en compte ces paramètres, nous avons adopté deux approches de commandes avancées.

La première approche repose sur une conception MPC. Elle a permis de traiter la commande de manière proactive par anticipation selon les états actuels et futurs du système. En effet, dans cette approche la commande est traitée par un réajustement permanent pour atteindre les résultats voulus en termes de stabilisation, de régulation et de robustesse.

Un algorithme permettant le choix optimal des paramètres de réglage est proposé pour renforcer les performances de la commande MPC et surtout éviter les aléas probables liés à un choix arbitraire de ces paramètres.

La deuxième approche a été mise en place selon une loi de commande conçue par des réseaux de neurones. Cette approche a été conçue par la combinaison de deux algorithmes. Le premier est dédié au traitement de la commande PID adaptative. Alors que le deuxième cible l'identification en temps réel du comportement du système thermique du bâtiment. La combinaison de ces deux algorithmes a permis la prise en compte en temps réel des changements subis par le système pour améliorer ainsi ses performances.

En effet, en plus des performances de régulation et de robustesse élevées, cette approche a permis des gains en énergie allant jusqu'à 11%. Cela est dû à l'aspect dynamique et adaptatif de la commande et à l'intégration de la validation de la commande avant son application dans le processus. Ainsi sont considérés les changements intrinsèques et les effets internes et externes impactant le système global.

Mots-clés: Control de la Température Interne, Commandes Avancées, Modèle Prédictive Control, Réseaux de Nouerons.

Abstract: The building's internal temperature control system is complex. This complexity is because the control law design must consider several internal and external parameters, data, and constraints. To achieve regulation, robustness, and energy optimization objectives by considering these parameters, we have adopted two advanced control approaches.

The first approach is based on MPC design. It makes it possible to deal with control proactively, anticipating based on the current and future states of the system. Indeed, in this approach, the control is treated with a permanent readjustment to achieve the desired results of stabilization, regulation, and robustness.

An algorithm that enables the optimal choice of tuning parameters is proposed to improve the MPC control performance and especially avoid the probable hazards related to an arbitrary choice of these parameters.



جامعة محمد الخامس بالرباط
Université Mohammed V de Rabat

The second approach was implemented according to control law designed by neural networks. This approach was designed by combining two algorithms. The first is dedicated to processing adaptive PID control. While the second is dedicated to the real-time identification of thermal building system behavior. The combination of these two algorithms allowed changes to the system to be taken into account in real time to improve its performance. Indeed, in addition to high regulation and robustness, this approach allows energy savings of up to 11 %. These performances are due to the dynamic and adaptive aspects of control, and to the integration of control validation before application to the process. This way, intrinsic changes and internal and external effects impacting the overall system are considered.

Keywords: Internal Temperature Control, Advanced Controls, Model Predictive Control, Neural Networks.