

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 Ayoub MOUFID

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

Le Mercredi 19 Avril 2023 à 11H au Grand amphi à l'ENSAM de Rabat

Intitulé de la thèse

**CONTRIBUTION À LA MODÉLISATION ET À LA COMMANDE AVANCÉE :
APPLICATION AU SYSTÈME SERRE AGRICOLE**

Devant le Jury composé de :

Président :

Pr. Said Guedira, PES, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Rabat

Directeur de thèse :

Pr. Soumia El Hani, PES, ENSAM, Université Mohammed V de Rabat

Rapporteurs :

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

Pr. Abdeslam Lachhab, PES, EST, Université Moulay Ismail, Meknès

Pr. Mohamed Haloua, PES, EMI, Université Mohammed V de Rabat

Examineurs :

Pr. Cesar Julio Ramos Fernandez, Professor, Universidad Politécnica de Pachuca, Mexique

Pr. Mustapha Ramzi, PES, EST, Université Mohammed V de Rabat





Résumé : En ce projet de thèse de doctorat nous avons abordé la problématique de modélisation et de commande du climat sous serre défini par la température interne, l'hygrométrie interne et le déficit de la pression de vapeur. Pour la modélisation de l'évolution de la température et l'hygrométrie internes nous avons présenté un modèle non linéaire issu des lois de la physique, un modèle linéaire de type boîte noire, l'approche multimodèle est adoptée pour formuler deux modèles un pour la phase diurne et l'autre pour la phase nocturne. Les quatre modèles sont identifiés par la méthode des moindres carrés ordinaire. Pour la modélisation du déficit de la pression de vapeur, un modèle non linéaire est présenté, un capteur virtuel à base de la logique floue est formulé. La méthode N4SID est appliquée pour l'identification d'un modèle d'état du déficit de la pression de vapeur. Pour la commande de température et d'hygrométrie internes deux versions de la commande optimale sont appliquées, la commande optimale à base d'un seul modèle et la commande optimale combinée avec l'approche multimodèle. Pour assurer le respect des contraintes defonctionnement, la commande prédictive est adoptée. Pour profiter des performances de l'approche multimodèle. La commande prédictive est combinée avec les inégalités matricielles linéaires. La commande du déficit de la pression de vapeur est réalisée à travers la commande prédictive combinée avec une action intégrale et un observateur d'état.

Mots-clés : Commande, Commande optimale, Commande prédictive, Modélisation, N4SID.

Abstract: In this thesis, we have addressed the problem of modeling and controlling the greenhouse climate defined by internal temperature, internal hygrometry and the deficit of steam pressure. For the modeling of the evolution of the temperature and the internal hygrometry we presented a nonlinear model derived from the laws of physics, a linear model of black box type, the multi-model approach is adopted to formulate two models, one for the diurnal phase and the other for the night phase. The four models are identified by the ordinary least square method. For vapor pressure deficit modeling, a non-linear model is presented, a virtual sensor based on fuzzy logic is formulated. The N4SID method is applied for the identification of a vapour pressure deficit condition model. For internal temperature and humidity control two versions of the optimal control are applied, the optimal control based on a single model and the optimal control combined with the multi-model approach. To ensure that the operating constraints are respected, the predictive command is adopted. To benefit from the performance of the multimodel approach. Predictive control is combined with linear matrix inequalities. The control of the vapour pressure deficit is achieved through predictive control combined with an integral action and a state observer.

Keywords: Control, Model Predictive Control, Modeling, N4SID, Optimal Control.