

**Nom et Prénom : BENABDELHADI ABDELJALIL**

**Date de soutenance : 18/02/2023**

**Directeur de Thèse : EL FADIL HASSAN**

**Sujet de Thèse :**

**Observation of infinite dimensional systems of hyperbolic and parabolic types with arbitrary Lipschitz nonlinearity and large domain**

**Résumé :**

Cette thèse développe systématiquement une approche directe pour la synthèse d'observateurs de frontières des systèmes de dimension infinie régis par des EDPs du second ordre de type hyperbolique et parabolique combinées avec des EDOs. Trois problèmes sont étudiés pour la synthèse d'observateurs capables d'estimer les états distribués et les paramètres incertains aux frontières et dans le domaine. Le premier problème concerne les systèmes gouvernés par des EDPs de type onde avec incertitudes paramétriques partout, le deuxième problème traite d'une EDO linéaire observée en cascade par un capteur à EDP non linéaire de type diffusion de chaleur avec sortie échantillonnée et le troisième problème aborde les systèmes entraînés par une EDO non linéaire en cascade avec une EDP linéaire de type diffusion-réaction de chaleur soumis à des incertitudes paramétriques des côtés EDO et EDP. Selon le cas, nous utilisons différentes techniques de conception basées sur la méthode du backstepping pour estimer le vecteur d'état et l'état distribué, puis la loi des paramètres adaptative de type moindres carrés est conçue pour estimer en ligne les paramètres inconnus. La stabilité exponentielle du système d'erreur d'observation est prouvée en appliquant une fonctionnelle de Lyapunov appropriée dans le premier et le troisième problème, et dans le deuxième problème, nous combinons la méthode backstepping et la technique de Lyapunov-Krasovski. En plus, nous étudions les limites imposées à la non-linéarité et à la longueur du domaine. La principale contribution de cette thèse consiste à synthétiser de nouveaux observateurs pour les différentes classes de systèmes étudiés, en plus, nous étendons, de la dimension finie à l'infinie, la technique de la transformation par découplage pour une large classe d'EDPs onde, nous montrons, pour le deuxième problème, des caractéristiques supplémentaires de l'observateur, à savoir le niveau de son conservatisme vis-à-vis de ces limitations, sa robustesse à l'hypothèse de Lipschitz et son utilité dans la stabilisation avec retour de sortie, et nous surmontons, avec une nouvelle solution, les limitations imposées à la non-linéarité de Lipschitz et à la longueur du domaine leur permettant d'être arbitrairement larges en même temps

**Abstract:**

This dissertation develops a systematic direct approach for the boundary observer design problem of infinite-dimensional systems (IDSs) governed by second order partial derivatives equations (PDEs) of hyperbolic and parabolic type combined or not with ordinary differential equations (ODEs). Three major problems are investigated for the synthesis of the observers able of estimating distributed states and uncertain parameters at boundaries and throughout the domain. The first problem concerns the systems governed by linear and nonlinear wave type PDEs with parametric uncertainties everywhere, the second problem deals with the linear ODE plant observed in cascade by a heat diffusion type nonlinear PDE sensor with sampled output and the third problem addresses the systems trained by cascaded nonlinear ODE-linear PDE of diffusion reaction heat type subject to parametric uncertainties on the ODE and PDE sides. According to each case, we use different appropriate design techniques based on backstepping method to estimate the state vector of the ODE and the distributed state of the PDE, then the least-squares parameter adaptive law is designed to online estimate unknown parameters. The exponential stability of the observer error system is proved by applying suitable Lyapunov functional in the first and third problem, and in the second problem we combine the backstepping-like method and the Lyapunov-Krasovski technique. In addition, we investigate the limitations imposed on nonlinearity dynamics and on domain length for each case. The main contribution of this thesis consists on synthesizing new observers for the different related classes of systems, moreover, we extend, for the first problem, the finite-dimensional decoupling-transformation design technique to IDSs described by a so large class of wave type hyperbolic PDE, we highlight, for the second

