

**UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH  
FACULTE DES SCIENCES DHAR EL MAHRAZ  
FES**



**AVIS DE SOUTENANCE DE THESE**

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

M<sup>me(elle)</sup> : **HAFSAA Rachid**

Soutiendra : **le 14/12/2019 à 10 H**

Lieu : **Centre Polyvalent des Etudes doctorales  
(Nouveau bâtiment)**

**Une thèse intitulée :**

*Commande des systèmes dynamiques à retard via l'approche d'opérateur delta*

**En vue d'obtenir le Doctorat**

**FD** : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC)

**Spécialité** : Génie électrique

	<b>NOM ET PRENOM</b>	<b>GRADE</b>	<b>ETABLISSEMENT</b>
<b>Président</b>	Pr. AARAB Abdellah	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
<b>Directeur de thèse</b>	Pr. TISSIR El Houssaine	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
<b>Rapporteurs</b>	Pr. BROURI Adil	PES	Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers - Meknès
	Pr. EL JOUNI Abdeslam	PH	Centre Régional de Métiers de l'Education et la Formation - Tanger
	Pr. OUAHBI Abdeslam	PH	Ecole Nationale des Sciences Appliquées - Fès
<b>Membre</b>	Pr. BOUMHIDI Ismail	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès

## **Résumé :**

Cette thèse porte sur le contrôle des systèmes linéaires et non linéaires retardés dans le domaine delta. Nous appliquons le théorème du petit gain d'échelle (SSG), la théorie de Lyapunov-Krasovskii et l'analyse  $H_\infty$  pour déduire nos contrôles, notamment : commande robuste  $H_\infty$  des systèmes T-S fuzzy dans le domaine delta, stabilité et stabilisation des systèmes à retards linéaire, compensation antiwindup pour stabilisation des système Delta opérateurs saturés en entrées. L'approche opérateur delta a l'avantage de passer du domaine z au domaine s en changeant la période d'échantillonnage de 1 à 0 et vice-versa tout en évitant les problèmes d'instabilité pendant la discrétisation. Les nouveaux résultats de l'analyse de stabilité/stabilisation asymptotique sont présentés en termes d'inégalités matricielles linéaires (LMI). Ces conditions peuvent être résolues numériquement et efficacement grâce à l'utilisation de certains algorithmes connus dans la littérature. Tous les résultats obtenus ont démontré leur efficacité par rapport aux autres résultats de la littérature.

## **Mots clés :**

Systèmes delta opérateur, inégalités matricielles linéaires (LMIs), systèmes non linéaires flous (T-S), Inégalité discrète de Wirtinger, théorème des petits gains, saturation de l'actionneur, compensateur anti-windup.

# **CONTROL OF DYNAMIC DELAY SYSTEMS VIA THE DELTA OPERATOR APPROACH.**

## **Abstract :**

This thesis focuses on controlling linear and non-linear delayed systems in the delta domain. We apply Scaled Small gain (SSG) theorem, Lyapunov-Krasovskii theory and  $H_\infty$  analysis to derive our contributions, namely : robust  $H_\infty$  control of T-S fuzzy systems in delta domain, stability and stabilisation analysis of linear time delayed systems, anti-windup compensator design for stabilisation of delta operator systems with saturated input. The delta operator approach has the advantage of passing from the z-domain to s-domain by changing the sampling period from 1 to 0 and the opposite too while avoiding problems of instability during discretization. New results on asymptotic stability/stabilization analysis are given in terms of linear matrix inequalities (LMIs). These conditions can be solved numerically and efficiently thanks to the use of some algorithms known in the literature. All the results obtained have shown their effectiveness compared to others in the literature.

## **Key Words :**

delta operator systems, Linear matrix inequalities (LMIs), fuzzy nonlinear systems (T-S), Discrete Wirtinger inequality, scaled small gain theorem (SSG), actuator saturation, anti-windup compensator.