Département des Masters de Sciences de l'Ingénieur
Mention Automatique, Robotique

Intitulé de l'Unité d'Enseignement (UE) : Commande robuste

Responsable de l'UE : Mokrane Boudaoud (mokrane.boudaoud@sorbonne-universite.fr)
Code UE : MU5RBR30-ROB
Volumes horaires / étu : 12 h Cours, 8 h TD, 8 h TP
Nombre de crédits de l'UE/EC : 3 ECTS
Parcours-type : ☒ ROBOT (option) ☐ SI ☐ MeDH
Semestre où l'enseignement est proposé : ☐ S1 ☐ S2 ☒ S3 ☐ S4
Langue d'enseignement : ☒ Français ☐ Anglais
Public concerné : ☒ Département SDI ☒ Autre (préciser) : ENSAM
Localisation : ☐ Campus PMC ☐ Autre (préciser) :

Thématique
Dans la théorie du contrôle, les méthodologies de commande robuste visent à concevoir un contrôleur capable d'assurer une stabilité et des performances robustes lorsque le processus à contrôler a une dynamique non linéaire, ou est soumis à des variations paramétriques ou à des perturbations externes. Cette question est souvent traduite en un problème d'optimisation. L'objectif de cette UE est de fournir un aperçu des méthodologies de commande robuste pour les systèmes linéaires avec des incertitudes paramétriques et soumis à des perturbations en utilisant le cadre H.
Mots-clés : Interconnexions de systèmes, systèmes en boucle fermée, norme H, valeurs singulières, modélisation des systèmes incertains, théorème du petit gain, problème H standard, Loop Shaping, fonctions de pondération.

Prérequis
Afin de suivre cette UE, doivent être acquis précédemment :
— Théorie classique du contrôle et espace d'état

Acquis d'apprentissage visés (AAV)
À l'issue de cette UE, les étudiantes ou étudiants seront capables de :

1. Calcul des valeurs singulières d'une matrice de transfert.
2. Calcul des normes d'un vecteur, d'une matrice, d'un signal et d'un système.
3. Compréhension et application du théorème du petit gain.
4. Modélisation d'un système en boucle fermée avec des entrées de perturbation.
5. Compréhension du principe du partage fréquentiel pour le rejet de perturbation en boucle fermée.
6. Modélisation des incertitudes.
7. Analyse de la stabilité des systèmes linéaires incertains.
8. Définition du problème Hinf standard à partir d'un cahier des charges.
9. Modélisation d'un système augmenté de fonctions de pondérations.
10. Définition et calcul des fonctions de pondération.
11. Calcul d'un correcteur Hinf standard.

Séquencement et modalités de l'enseignement (indicatif)

Semaine	C/TD/TP	Contenu	Préparation	AAV associé(s)
S1	C1	Partie 1 : Introduction à la commande robuste 1.1 - Théorie moderne de la commande robuste : une introduction 1.2 - Bases de la commande robuste 1.2.1- Modélisation et analyse des systèmes linéaires (transformée de Laplace, fonction de transfert, représentation dand l'espace d'état, contrôlabilité, observabilité) 1.2.2- Interconnexions des systèmes (somme, produit, transformation linéaire fractionnaire) 1.2.3- Configuration des systèmes en boucle fermée (boucles de régulation, compensateur en amont, compensateur en aval, etc.) 1.2.4- Fonctions caractéristiques (fonctions de transfert en boucle ouverte, fonction de sensibilité, fonction de sensibilité complémentaire, etc.)		
S2	C2	Partie 2 : Outils mathématiques 2.1- Normes des matrices, des signaux et des systèmes 2.2- Valeurs singulières 2.3- Calcul de la norme H 2.4- Inégalités matricielles linéaires		AAV1, AAV2
S2	TD1	exercices sur C1 et C2		
S3	C3	Partie 3 : Modélisation des perturbations et des incertitudes 3.1- Modélisation des perturbations et notions de partage fréquentiel pour le rejet des perturbations 3.2- Modélisation des incertitudes (représentation additive, représentation multiplicative, ...) 3.3- Stabilité robuste (théorème du petit gain) 3.4- Passivité		AAV3, AAV4, AAV5, AAV6
S3	TD2	exercices sur C3		
S4	C4	Partie 4 : Contrôle H 4.1- Problème H standard 4.2- Synthèse générale et schéma augmenté 4.3- Résolution du problème H		AAV7, AAV8, AAV9
S4	TD3	exercices sur C4		
S5	C5	Partie 5 : Mise en forme de la boucle de commande et synthèse de la commande H. 5.1- Mise en forme de la boucle de commande 5.2- Choix des fonctions de pondération 5.3- Exemple sur la commande d'un système du second ordre.		AAV10, AAV11
S5	TD4	exercices sur C5		
S6	C6	Partie 6 : Techniques LMI pour la synthèse de H. 6.1- Techniques LMI pour la synthèse de H. 6.2- Exemple d'application		
S7	TP$_{part}$1			AAV1-AAV11
S8	TP$_{part}$2			AAV1-AAV11

Modalités d'évaluation des acquis d'apprentissage (1ère session)

Semaine	Indiv/collectif	Présentiel/distanciel	Type d'examen	AAV évalué(s)	Barème %
S9	Individuel	Présentiel	Écrit	AAV1-AAV11	70 %
S10	Collectif	Présentiel	TP	AAV1-AAV11	30 %

2nde session

Session	Indiv/collectif	Présentiel/distanciel	Type d'examen	AAV évalué(s)	Barème %

Références bibliographiques

— 1. G. Duc and S. Font, Commande H et -analyse, Hermes Science Publications, Paris, 1999.
— 2. Doyle john, bruce francis and allen tannenbaum. feedback control theory. ISBN-10 : 0023300116, 1991.
— 3. K. Zhou, J. C. Doyle, and K. Glover, Robust and Optimal Control, Prentice-Hall, 1996.

Date de génération de la fiche d'UE : 6 octobre 2026