

3GS2210 - Modélisation et analyse des systèmes incertains

Responsables : **Guillaume SANDOU**

Langues d'enseignement : **FRANCAIS**

Campus où le cours est proposé : **CAMPUS DE PARIS - SACLAY**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **30**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **15**

Année académique : **2024-2025**

Niveau avancé : **non**

Présentation, objectifs généraux du cours :

Un système complexe est toujours soumis à des incertitudes (paramètres mal connus, phénomènes négligés, perturbations). Ce cours présente des méthodologies de modélisation et d'analyse permettant de traiter le cas de systèmes incertains et de garantir des propriétés de stabilité et de performance vis-à-vis de ces incertitudes. Ce cours aborde ainsi l'analyse de robustesse par une approche ensembliste (mu-analyse) pour les systèmes linéaires, ainsi que la robustesse de la stabilité aux perturbations pour les systèmes non linéaires via la notion de stabilité entrée-état.

Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

SM11

Prérequis :

- Modélisation : représentations et analyse des modèles (cours de ST2)
- Modélisation, identification et analyse des systèmes (module de SM10 de la mention Control Engineering)

Plan détaillé du cours (contenu) :

A. Analyse de robustesse par approche ensembliste, mu-analyse (12 HPE : 6 HPE cours + 3 HPE TD + 3 HPE TP (EL avec compte-rendu))

Cette partie traite d'une méthode d'analyse de robustesse particulièrement efficace, reposant sur la norme Hinfini. Le cours aborde la représentation des systèmes sous forme standard, puis décrit l'analyse de robustesse non structurée (théorème du petit gain) puis l'analyse de robustesse structurée (mu-analyse).

- Modélisation ensembliste des incertitudes (intervalle, ellipsoïde, par la norme Hinfini)
- Mise sous forme standard
- Analyse non structurée de la robustesse, théorème du petit gain
- Mu-analyse pour la robustesse de la stabilité : incertitude paramétrique, dynamique négligée
- Ouverture à l'analyse de la robustesse en performances

B. Stabilité Entrées-Etats (3 HPE cours)

En présence de dynamiques non-linéaires, une perturbation externe même faible pour significativement dégrader les performances du système. Il convient donc d'assurer que les propriétés de stabilité imposées aux systèmes sans perturbations restent valable en leur présence. A cette fin, nous introduirons la notion de stabilité entrée-état (ISS) et présenterons des outils permettant de la garantir en pratique. Nous verrons que cette notion induit également une certaine robustesse vis-à-vis d'incertitudes paramétriques et permet d'assurer un bon fonctionnement lors de mise en connexion de plusieurs sous-systèmes.

Déroulement, organisation du cours :

- Cours et Tds illustrés par des exemples tirés de problématiques industrielles réelles.
- Étude de laboratoire et mise en situation pour l'implémentation de méthodes d'analyse de robustesse
- Conférence industrielle

Organisation de l'évaluation :

- Compte rendu d'Étude de Laboratoire sur l'analyse de robustesse
- Les compétences C1 et C6 sont évaluées durant cette Etude de Laboratoire

Moyens :

- Équipe enseignante : Guillaume SANDOU, Stéphane FONT, Antoine CHAILLET
- Outils logiciels : Matlab
- Salles de TP et maquettes du Département Automatique, 10 postes

Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

A la fin de ce module, les étudiants seront capables de :

- représenter les incertitudes par une approche ensembliste
- analyser et garantir les propriétés de stabilité d'un système asservi en dépit des incertitudes
- implémenter numériquement les méthodes d'analyse de robustesse
- analyser les propriétés d'ISS pour la stabilité vis à vis de perturbations

Description des compétences acquises à l'issue du cours :

This module will adress the following skills:

- C1.2 Develop and use appropriate models, choosing the correct modelling scale and simplifying assumptions when adressing a problem
- C1.4 Design, detail and corroborate a whole or part of a complex system
- C6.5 Operate all types of data, structured or unstructured, including big data
- C8.1 Work collaboratively in teams.

Bibliographie :

- Gilles Duc, Stéphane Font, Commande H infini et mu-analyse. Hermès.
- Kemin Zhou, John C. Doyle, Keith Glover, Robust and optimal control. Prentice Hall, 1996, ISBN 0134565673, 9780134565675

- Johnathan Mun, Modeling risk, third edition: applying Monte Carlo Risk simulation, strategic real options, stochastic forecasting, and portfolio optimization. Wiley
- Andrii Mironchenko: Input-to-State Stability - Theory and Applications, Springer 2023