Module Description, available in: EN, FR

Advanced Control

General Information

Number of ECTS Credits

3

Module code

TSM_AdvContr

Valid for academic year

2026-27

Last modification

2018-07-02

Coordinator of the module

Beat Aeschlimann (ZHAW, aesc@zhaw.ch)

Explanations regarding the language definitions for each location:

- Instruction is given in the language specified for each location and module execution.
- Documentation is available in the language(s) listed for each location and module execution. If the documentation is in multiple languages, the percentage distributed is indicated (100% = all documentation provided).
- The examination, including both questions and answers, is provided entirely (100%) in the language(s) specified for each location and module execution. The exams are on-site.

	Lausanne			Lugano	Zurich		
Instruction		**X** F 100%			**X** E 100%		
Documentation		**X** F 0%	**X** E 100%		**X** E 100%		
Examination		**X** F 100%			**X** E 100%		

Module Category

TSM Technical scientific module

Profile Recommendations

This module is recommended for the following profiles:

	Lausanne	Zurich
Profile	EIE	EIE

Lessons

2 lecture periods and 1 tutorial period per week

Entry level competences

Prerequisites, previous knowledge

- Differential equations, transfer functions
- PID-controller design and implementation incl. anti-windup strategies
- Control system structures: feed-forward, cascaded control
- Analysis of feedback control systems (stability, phase/gain margin, performance in time and frequency domain)
- State space models

- Loop shaping controller design
- Linear algebra (Eigenvalue decomposition)
- It is necessary, that the student has successfully completed 2 semester courses in feedback control

Brief course description of module objectives and content

Model-based controller design is a key technology to control systems with complex dynamics. It was the enabling technology for many innovations in the last decade. In this module, the key elements of the development process are addressed: system identification, LQR/LQG controller design and controller implementation. Since there is always model uncertainty, the course introduces robust controller design using the methods LQG/LTR and H-Infinity.

Aims, content, methods

Learning objectives and competencies to be acquired

The student is able to

- completely design a model-based, robust feedback control law, including modelling, parameter estimation, system analysis, controller design and controller implementation
- design a robust H-Infinity optimal controller.

Module content with weighting of different components

- LQR/LQG controller design (5W)
  - State space models and their properties, linearization, singular values, realisation theory, basic state feedback control
  - Observer design
  - LQR/LQG controller design with Loop Transfer Recovery (LTR), SISO and MIMO systems
- Introduction to system identification (4W)
  - Models, design of experiments, signal conditioning
  - Least-squares method, recursive methods
- Important aspects of controller implementation (2W)
  - Controller discretization, sampling time
  - Quantisation effects
- Robust control (3W)
  - H-Infinity controller design

Teaching and learning methods

Lectures, exercises, case studies

A self-evaluation exam is provided to check the skills necessary to follow the course

Literature

Assessment

Additional performance assessment during the semester

The module does not contain an additional performance assessment during the semester

Basic principle for exams

As a rule, all standard final exams are conducted in written form. For resit exams, lecturers will communicate the exam format (written/oral) together with the exam schedule.

Standard final exam for a module and written resit exam

Kind of exam

Written exam

Duration of exam

120 minutes

Permissible aids

Aids permitted as specified below:

Permissible electronic aids

No electronic aids permitted

Other permissible aids

Books, scripts, student’s documents

Exception: In case of an electronic Moodle exam, adjustments to the permissible aids may occur. Lecturers will announce the final permissible aids prior to the exam session.

Special case: Resit exam as oral exam

Kind of exam

Oral exam

Duration of exam

30 minutes

Permissible aids

No aids permitted

Description du module, disponible en: EN, FR

Réglage avancé

Informations générales

Nombre de crédits ECTS

3

Code du module

TSM_AdvContr

Valable pour l'année académique

2026-27

Dernière modification

2018-07-02

Coordinateur/coordinatrice du module

Beat Aeschlimann (ZHAW, aesc@zhaw.ch)

Explications concernant les langues d'enseignement par site :

- L'enseignement est dispensé dans la langue indiquée ci-dessous pour chaque site et chaque exécution du module.
- Les supports de cours sont disponibles dans les langues indiquées ci-dessous pour chaque site et chaque exécution du module. Lorsque plusieurs langues sont utilisées, la proportion de contenu disponible dans chaque langue est précisée (100 % = ensemble des supports de cours).
- Les examens (questions et réponses) sont entièrement rédigés dans la langue indiquée ci-dessous pour le site et l'exécution du module concernés. Ils se déroulent en présentiel.

	Lausanne			Lugano	Zurich		
Leçons		**X** F 100%			**X** E 100%		
Documentation		**X** F 0%	**X** E 100%		**X** E 100%		
Examen		**X** F 100%			**X** E 100%		

Catégorie de module

TSM approfondissement technico-scientifique

Recommandations de profil

Ce module est recommandé pour les profils suivants :

	Lausanne	Zurich
Profil	EIE	EIE

Leçons

2 leçons et 1 leçon de pratique par semaine

Compétences préalables

Connaissances préalables, compétences initiales

- Fonctions de transfert
- Synthèse d'un régulateur PID avec implémentation, méthodes anti-windup incluses
- Structures du systèmes réglés : commande apriori (feedforward), commande en cascade
- Analyse des boucles de réglage (stabilité, marges de phase/gain, performance dans les domaines temporel et fréquentiel)

- Modèles dans l'espace d'état
- Synthèse du réglage par «Loop shaping»
- Algèbre linéaire (décomposition en valeurs propres)
- L'étudiant doit avoir suivi au moins deux cours consécutifs de réglage au niveau Bachelor

Brève description du contenu et des objectifs

La synthèse d'un régulateur basée sur un modèle est une technologie clé pour maîtriser les systèmes dynamiques complexes. D'importantes innovations réalisées ces dernières années relèvent de cette technologie. Dans ce module, des éléments importants du processus de développement de tels systèmes seront traités, notamment l'identification de systèmes dynamiques, la synthèse et l'implémentation de régulateurs LQR/LQG. Une introduction a la synthèse H-infini des régulateurs robustes sera donné à la fin du module.

Objectifs, contenus, méthodes

Objectifs d'apprentissage, compétences à acquérir

L'étudiant est capable de…

- mettre au point un réglage complet basé sur un modèle, incluant la modélisation, l'estimation de paramètres, l'analyse du système, la synthèse et l'implémentation du régulateur;
- mettre au point un réglage robuste H-infini.

Contenu des modules avec pondération du contenu des cours

- Synthèse de régulateur LQR/LQG (5S)
  - modèles dans l'espace d'état et ses propriétés, linéarisation autour d'un point de fonctionnement, valeurs singulières, synthèse et réalisation de régulateurs par retour d'état.
  - Synthèse de l'observateu
  - Synthèse de régulateur LQR/LQG avec «Loop Transfer Recovery», (y compris régulateur avec action intégrale) pour systèmes mono- et multivariables (SISO, MIMO)
- Introduction à l'identification des systèmes dynamiques (4S)
  - types des modèles
  - méthode d'estimation par moindres carrés, méthodes récursives
  - conception de l'expérimentation, conditionnement du signal
- Aspects importants de l'implémentation de régulateurs (2S)
  - discrétisation du régulateur temps continu, choix de la période d'échantillonnage
  - effets de la quantification
- Réglage robuste: (3S)
  - H-infini-synthèse de régulateurs

Méthodes d'enseignement et d'apprentissage

Cours magistraux, exercices, études de cas

Un examen d'auto-évaluation est mis à disposition permettant de valider les prérequis nécessaires

Bibliographie

Evaluation

Évaluation supplémentaire pendant le semestre

Le module ne comprend pas d'évaluation supplémentaire pendant le semestre

Principe pour les examens

En règle générale, tous les examens réguliers de fin de module se déroulent sous forme écrite. Concernant les examens de répétition, leur format (écrit ou oral) sera communiqué par l'enseignant-e en même temps que le calendrier des examens.

Examen de fin de module régulier et examen écrit de répétition

Type de l'examen

Examen écrit

Durée de l'examen

120 minutes

Aides autorisées

Les aides suivantes sont autorisées:

Aides électroniques autorisées

Aucune aide électronique autorisée

Autres aides autorisées

Livres, polycopiés, documents personnels

Exception : En cas d'examen électronique sur Moodle, des modifications des aides autorisées peuvent survenir. Dans ce cas, les aides autorisées seront annoncées par les enseignant-e-s avant l'examen.

Cas spécial: examen de répétition oral

Type de l'examen

Examen oral

Durée de l'examen

30 minutes

Aides autorisées

Sans aides