SSM
Scuola Superiore Meridionale

SCHEDA INSEGNAMENTO

# Introduzione alla Teoria del Controllo

*Corso di studi: Matematica Fisica e Ingegneria*
*Anno Accademico: 2026-2027*

## 1. Informazioni sul docente


Docente: Mario di Bernardo

E-mail: mario.dibernardo@unina.it

Pagina web: https://sites.google.com/site/dibernardogroup


## 2. Informazioni generali

| | |
|---|---|
| Lingua di erogazione: | Italiano |
| Anno di corso: | III, IV, V |
| Periodo di svolgimento: | 2° semestre |
| CFU: | 6 |
| Ore | 48 |
| È modulo di un corso | No |

## 3. Contenuti

*Competenze propedeutiche*

Algebra lineare, Equazioni differenziali ordinarie, Sistemi dinamici

### 3.1. Obiettivi formativi

Il corso introdurrà al concetto fondamentale di **"feedback" (retroazione)** nei sistemi dinamici e ai fondamenti matematici e fisici della Teoria del Controllo con applicazioni ingegneristiche.

La teoria del controllo è la **"Scienza del Feedback"** e la Teoria del Controllo una branca della Matematica Applicata che si colloca al confine tra la matematica e l'ingegneria. I suoi recenti sviluppi hanno reso possibile, ad esempio, l'implementazione di autopiloti sugli aerei, l'atterraggio di sonde interplanetarie automatiche su Marte, e la guida autonoma dei veicoli. Al giorno d'oggi, sono sorte

nuove sfide affascinanti che richiedono un'adeguata comprensione matematica: il controllo ibrido, il controllo della congestione di Internet, il controllo di sistemi multi-agente, le tecniche di controllo basate su machine learning, il controllo di sciami robotici, e la gestione intelligente delle reti elettriche sono solo alcuni esempi di recenti applicazioni della teoria del controllo che stanno trasformando la tecnologia moderna.

Questo corso ha lo scopo di introdurre ai **fondamenti della Teoria del Controllo**. L'obiettivo del corso è quello di consentire di sviluppare nuove competenze e strumenti analitici rigorosi necessari per analizzare e progettare metodi per il controllo di sistemi dinamici sia lineari che non lineari.

Al termine del corso, gli studenti saranno in grado di utilizzare strumenti analitici appropriati per analizzare e controllare un dato sistema dinamico di interesse. In particolare, si affronterà come:

1. Analizzare la **controllabilità, l'osservabilità e la stabilizzabilità** di un sistema dinamico
2. Sviluppare **controllori di retroazione di stato** per modificare l'evoluzione di un sistema dinamico di interesse
3. Sintetizzare **osservatori** per stimare gli stati non direttamente misurabili di un sistema dinamico
4. Ottimizzare la progettazione del sistema di controllo per ridurre al minimo l'energia di controllo spesa o ottenere il controllo in un **tempo minimo**
5. Controllare la dinamica dei **sistemi dinamici non lineari** e sfruttare fenomeni come il caos e le biforcazioni per la progettazione innovativa di sistemi di controllo

## 3.2. Programma

1. Un'introduzione al controllo in retroazione nella scienza e nell'ingegneria
2. Ripasso dei concetti fondamentali dei Sistemi Dinamici necessari per il corso
3. Modellazione di sistemi di controllo
4. Stabilità e controllabilità dei sistemi di retroazione
5. Osservabilità e teoria dell'osservatore lineare
6. Forme canoniche di controllabilità e osservabilità
7. Controllo in retroazione dallo stato e dall'uscita
8. Controllo Ottimo (principio minimo di Pontryagin, LQP ed Equazione di Riccati)
9. Elementi di controllo non lineare e controllo di sistemi multiagente

## 3.3. Materiale didattico

- Note del corso
- Feedback Systems: an introduction for Scientists and Engineers, K Astrom, R. Murray, Princeton University Press
- Primer on Optimal Control Theory, Speyer, Jacobson, SIAM Press
- Mathematical Control Theory, E. Sontag, Springer (more advanced)

# 4. Modalità di svolgimento

## 4.1. Insegnamento

L'insegnamento sarà erogato attraverso lezioni frontali.

## 4.2. Valutazione

L'esame consiste in un colloquio orale sugli argomenti del corso a partire dalla discussione di un caso di studio scelto dallo studente.