

# Sistemi di Controllo

## 2023/2024, secondo semestre

Prof. Giuseppe Oriolo  
Dipartimento di Ingegneria Informatica, Automatica e Gestionale

---

### Informazioni

lezioni	29 febbraio - 31 maggio 2024 mar 15:00-19:00, gio 14:00-18:00, aula 105 Marco Polo 90 ore (9 crediti)
ricevimento	su appuntamento presso la stanza A209, DIAG, Via Ariosto 25, o via Zoom
e-mail	<a href="mailto:oriolo@diag.uniroma1.it">oriolo@diag.uniroma1.it</a>
sito web	<a href="http://www.diag.uniroma1.it/~oriolo/sdc">http://www.diag.uniroma1.it/~oriolo/sdc</a>
Google Group	<a href="#">SdC_GG</a> (vedere più avanti)

---

### A chi si rivolge

Studenti del secondo anno, canale 2, della Laurea in Ingegneria Informatica e Automatica di Sapienza Università di Roma.

---

### Prerequisiti

Lo studente deve conoscere i fondamenti del calcolo differenziale (in particolare la teoria delle equazioni differenziali lineari), dell'algebra lineare (autovalori, autovettori, forme canoniche di operatori lineari), della fisica (sistemi meccanici ed elettrici) e la teoria della trasformata di Laplace. Per quanto riguarda i prerequisiti di automatica, si suppone che lo studente abbia già acquisito le seguenti nozioni:

Sistemi dinamici lineari e stazionari. Rappresentazioni ingresso-stato-uscita. Esempi di modellistica. Evoluzione libera: matrice di transizione dello stato, modi naturali. Stabilità asintotica e criterio di Routh. Evoluzione forzata: risposta impulsiva, funzione di trasferimento. Relazioni tra autovalori e poli. Regime permanente e risposta armonica. Diagrammi di Bode. Sistemi interconnessi: serie, parallelo, retroazione.

---

### Obiettivi

Il corso, rivolto agli studenti del secondo anno della Laurea in Ingegneria Informatica e Automatica di Sapienza Università di Roma, fornisce gli strumenti il progetto di controllori per sistemi dinamici, utilizzando sia rappresentazioni con lo spazio di stato che descrizioni ingresso-uscita. Per i sistemi lineari vengono in particolare presentati i metodi di progetto nel dominio della frequenza, di Laplace e del tempo. Per i sistemi non lineari viene presentata la teoria della stabilità secondo Lyapunov e introdotto il problema di stabilizzazione via retroazione dello stato.

---

### Programma

1. Stabilità dei sistemi retroazionati  
Il criterio di Nyquist. Influenza del guadagno sulla stabilità in retroazione. Margini di stabilità: margine di guadagno e di fase. Il criterio di Bode.
2. Sistemi di controllo: struttura e specifiche di progetto  
Il controllo automatico a retroazione: esempi, struttura e proprietà fondamentali. Precisione di risposta: tipo del sistema e relative condizioni. Limitazioni sull'errore a regime permanente. Reiezione dei disturbi: astaticismo e relative condizioni. Attenuazione dei disturbi. Specifiche sulla risposta transitoria e legami con la risposta armonica ad anello aperto.

### 3. Progetto nel dominio della frequenza

Funzioni compensatrici elementari. Sintesi delle funzioni compensatrici mediante rappresentazioni grafiche (diagrammi di Bode) della risposta in frequenza.

### 4. Progetto nel dominio di Laplace

Il luogo delle radici e le regole per il suo tracciamento. Stabilizzazione di sistemi a fase minima mediante il luogo delle radici. Stabilizzazione di sistemi a fase non minima. Progetto di controllori a dimensione minima. Progetto mediante assegnazione dei poli.

### 5. Progetto nel dominio del tempo

Assegnazione degli autovalori e stabilizzazione mediante retroazione dallo stato. Osservatore asintotico o rilevatore dello stato. Principio di separazione. Assegnazione degli autovalori e stabilizzazione mediante retroazione dall'uscita. Criteri per la scelta degli autovalori ad anello chiuso. Inclusione del segnale di riferimento negli schemi a retroazione dallo stato.

### 6. Stabilità per sistemi non lineari

Stabilità dei punti di equilibrio. Il metodo diretto di Lyapunov. Costruzione di funzioni di Lyapunov. Teoremi dell'insieme invariante. Il metodo indiretto di Lyapunov.

### 7. Stabilizzazione di sistemi non lineari

Stabilizzazione via retroazione dallo stato. Stabilizzazione mediante linearizzazione approssimata. Stabilizzazione mediante linearizzazione esatta (cenni).

### 8. Esempi

Studio di applicazioni delle tecniche di sintesi studiate. Progettazione e simulazione di controllori mediante MATLAB/Control System Toolbox e Simulink.

---

## Riferimenti

- Slides disponibili sul sito web del corso
- A. Isidori: "Sistemi di Controllo", volumi 1-2, Siderea, 1992
- L. Lanari, G. Oriolo: "Controlli Automatici - Esercizi di Sintesi", EUROMA-La Goliardica, 1997 (disponibile in formato pdf sul sito web del corso)

---

## Modalità d'esame

E' possibile superare l'esame di SdC in due modi (1) prova intermedia + prova finale (2) appello ordinario. La modalità (1) è riservata agli studenti iscritti al Google Group del corso.

Prova intermedia: seconda metà aprile (indicativa), Prova finale: contemporaneamente al primo appello.

Appelli ordinari: giugno, luglio, settembre 2024 (date non ancora definite dalla Segreteria Didattica).

---

## Iscrizione al Google Group SdC\_GG

Gli studenti che seguono il corso per la prima volta sono invitati a chiedere l'iscrizione al [Google Group](#) del corso, usando il proprio account istituzionale (@studenti.uniroma1.it) e scrivendo Nome e Cognome (nell'ordine) nel campo "Nome visualizzato".

ATTENZIONE: le richieste che non si conformano a queste istruzioni (incluse quelle provenienti da studenti già iscritti al Google Group di Controlli Automatici in anni precedenti) verranno rifiutate dal sistema.