Sistemi di Controllo

2025/2026, secondo semestre

Prof. Giuseppe Oriolo

Dipartimento di Ingegneria Informatica, Automatica e Gestionale

Informazioni

lezioni	23 febbraio - 28 maggio 2026 lun e gio 14:00-18:00, aula 108 Marco Polo 90 ore (9 crediti)
ricevimento	su appuntamento presso la stanza A209, DIAG, Via Ariosto 25, o via Zoom
e-mail	oriolo@diag.uniroma1.it
sito web	http://www.diag.uniroma1.it/~oriolo/sdc
Google Group	SdC_GG (vedere più avanti)

A chi si rivolge

Studenti del secondo anno, canale 2 (M-Z), 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 fornisce strumenti per il progetto di controllori per sistemi dinamici, utilizzando sia rappresentazioni ingresso-uscita che nello spazio di stato. Per i sistemi lineari vengono presentati i metodi di progetto in frequenza, nel dominio di Laplace e nel tempo. Per i sistemi non lineari viene presentata la 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: astatismo 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 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: contemporanea all’appello di giugno.

Appelli ordinari: giugno, luglio, settembre 2026 (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 al più presto l'iscrizione al Google Group del corso, usando il proprio account istituzionale (@studenti.uniroma1.it) e scrivendo NOME e COGNOME (nell’ordine e in maiuscolo) 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 Sistemi di Controllo o di Controlli Automatici in anni precedenti) verranno rifiutate dal sistema.