

---

# Sistemi multivariabili

## Finalità

Fornire i concetti ed i metodi fondamentali per lo studio dei sistemi dinamici lineari e multivariabili con particolare riferimento ai sistemi stazionari a tempo continuo o discreto. Vengono inoltre presentati alcuni metodi di analisi e sintesi utili per applicazioni progettuali in diversi settori dell'ingegneria con particolare attenzione alle problematiche dell'automazione industriale.

## Programma

Elementi di algebra lineare e matrici: Spazi vettoriali e trasformazioni lineari. Algebra delle matrici. Prodotto interno e ortogonalità. Algebra dei sottospazi. Autovalori e autovettori. Spazi vettoriali normati. Norme di matrici. Concetti topologici.

I sistemi dinamici: Introduzione e generalità. Le rappresentazioni ingresso/uscita ed ingresso/stato/uscita a tempo continuo o discreto. Sistemi lineari non stazionari. Controllo ed osservazione dello stato.

Sistemi multivariabili, lineari e stazionari: Evoluzione dello stato e dell'uscita. Matrice di transizione ed esponenziale di matrice. Evoluzione dei sistemi a tempo discreto. Matrice di risposta all'impulso. La trasformata Z e le sue proprietà.

Sistemi a dati campionati. Stabilità dei sistemi lineari. Concetti di equivalenza fra sistemi.

Controllabilità ed osservabilità: Stati controllabili e raggiungibili. Gramiani di raggiungibilità e controllabilità. Sottospazio di raggiungibilità. Test di controllabilità. Osservabilità e ricostruibilità. Gramiani di osservabilità e ricostruibilità. Sottospazio di inosservabilità. Test di osservabilità. Forma standard di raggiungibilità e di osservabilità. Scomposizione canonica di Kalman.

Forme canoniche di controllo e di osservazione. Poli e zeri dei sistemi multivariabili. Stabilità ingresso-uscita. Retroazioni dallo stato ed osservatori dello stato: Retroazione lineare dallo stato. Assegnabilità degli autovalori. La formula di Achermann per i sistemi scalari. Cenni di controllo ottimo. Osservatori asintotici dello stato. Regolatori dinamici basati sull'osservatore: teorema di separazione.

Elementi di teoria della realizzazione: Parametri di Markov. Minimalità delle realizzazioni. Polinomio dei poli ed ordine della realizzazione minima. Metodi di realizzazione: realizzazione del regolatore e dell'osservatore.

Attività di esercitazione (massimo 240 caratteri)

Esercizi di analisi e sintesi anche con l'ausilio di programmi dell'ambiente MATLAB.

## Modalità d'esame

Prova scritta in itinere e colloquio orale.

## Testi consigliati

Dispense fornite dal docente.