

---

# Sistemi non lineari

## Finalità

Fornire i concetti ed i metodi fondamentali per lo studio dei sistemi dinamici non lineari a tempo continuo con particolare riferimento alla teoria della stabilità. I metodi di analisi proposti possono essere applicati ad una vasta varietà di fenomeni fisici e dell'ingegneria. Nell'ambito delle scienze dell'automazione verranno analizzati i sistemi retroazionati anche fornendo procedure di sintesi non lineare.

## Programma

*Introduzione:* Modelli e fenomeni non lineari. Esempi. Proprietà di esistenza ed unicità dei modelli di stato non lineari. Lemma del confronto.

*Sistemi del secondo ordine:* Comportamento qualitativo dei sistemi lineari. Diagrammi di fase. Equilibri multipli. Cicli limite. Criterio di Poincaré-Bendixson.

*Teoria della stabilità di Lyapunov* Sistemi autonomi. Teorema di Lyapunov. Il principio di invarianza. Sistemi lineari e linearizzazione. Sistemi non autonomi. Teorema di Lyapunov per i sistemi non autonomi. Sistemi lineari non stazionari e linearizzazione. Teoremi inversi. Regioni di stabilità asintotica. Limitatezza dei moti dello stato.

*Analisi frequenziale dei sistemi retroazionati:* Il metodo della funzione descrittiva. Nonlinearità tipiche. Estensione del criterio di Nyquist. Esistenza dei cicli limite. Stabilità dei cicli limite.

*Controllo non lineare:* Metodi di stabilizzazione mediante retroazione dallo stato: retroazione lineare, funzioni di Lyapunov per il controllo, integrator backstepping. Metodi di regolazione: regolatori integrali, inversione dinamica, schemi feedforward/feedback.

## Attività d'esercitazione

Esempi di modellistica di sistemi non lineari (sistemi meccatronici, levitazione magnetica, modelli cinematici di veicoli su ruote). Esercizi di analisi e sintesi con l'ausilio del software MATLAB.

## Modalità d'esame

Prova scritta e successiva prova orale. In alternativa alla prova orale lo studente può svolgere una tesina.

## Testi consigliati

Diapositive pdf delle lezioni rese disponibili sul sito web dell'insegnamento.