



SISTEMI DINAMICI: TEORIA E METODI NUMERICI

Anno immatricolazione	2020/2021
Anno offerta	2020/2021
Normativa	DM270
SSD	MAT/08 (ANALISI NUMERICA)
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE
Corso di studio	BIOINGEGNERIA
Curriculum	Cellule, tessuti e dispositivi
Anno di corso	1°
Periodo didattico	Primo Semestre (28/09/2020 - 22/01/2021)
Crediti	6
Ore	56 ore di attività frontale
Lingua insegnamento	ITALIANO
Tipo esame	SCRITTO
Docente	PAVARINO LUCA FRANCO (titolare) - 6 CFU
Prerequisiti	Calcolo differenziale e integrale per funzioni di più variabili, numeri complessi, calcolo vettoriale e matriciale. Programmazione in linguaggio MATLAB
Obiettivi formativi	L'insegnamento si compone di due moduli: Sistemi dinamici: teoria e metodi numerici (6 crediti) e Metodi agli elementi finiti e applicazioni (3 crediti). Sistemi dinamici: teoria e metodi numerici. Il modulo si propone di fornire allo studente le nozioni di base relative alle proprietà qualitative ed al comportamento asintotico delle soluzioni di sistemi di equazioni differenziali ordinarie. Si svilupperanno i principali metodi numerici per la simulazione di sistemi dinamici in modo che lo studente acquisisca le competenze necessarie per un loro utilizzo critico nella simulazione quantitativa di sistemi dinamici. Lo studente applicherà gli strumenti analitici e numerici all'analisi di alcuni tipici

modelli relativi alla dinamica delle popolazioni, ai sistemi bistabili ed alla dinamica di oscillatori.

Programma e contenuti

SISTEMI DINAMICI: teoria e metodi numerici.

- Richiami su spazi vettoriali, matrici, autovalori, equazioni differenziali lineari, calcolo differenziale, integrale e sviluppo di Taylor.
- Introduzione ai problemi differenziali. Problemi ai valori iniziali (PVI), PVI in forma normale, problemi ai limiti e differenziali-algebrici. Riduzione di un PVI ad un sistema differenziale del primo ordine. Sistemi autonomi. Traiettorie, orbite.
- Risolubilità di un problema ai valori iniziali. Esistenza locale di un PVI e prolungamento massimale. Esempi. Unicità, esistenza globale e dipendenza continua dal dato iniziale. Dipendenza continua della soluzione dai parametri, sistema di sensitività. Formulazione integrale di un PVI.
- Stabilità asintotica di una soluzione di un PVI. Stabilità di punti di equilibrio. Sistemi lineari. Stabilità di sistemi autonomi. Sistemi autonomi non lineari: stabilità per linearizzazione. Punti iperbolici. Funzioni di Liapunov e stabilità. Traiettorie periodiche e cicli limite. Sistemi autonomi di dimensione due: classificazione stabilità punti di equilibrio e struttura orbite.
- Complementi di analisi numerica per problemi differenziali. Interpolazione polinomiale, formule di quadratura, metodo delle approssimazioni successive e metodo di Newton.
- Metodi numerici per sistemi di equazioni differenziali ordinarie.
- Metodi ad un passo e metodi lineari Multistep: ordine, convergenza e stabilità.
- Metodi di Runge-Kutta basati su quadrature o sul metodo di collocazione.
- Metodi multistep di: Adams Bashforth, Moulton, Predictor-Corrector e Backwards Differentiation Formulae (BDF).
- Stima dell'errore locale di discretizzazione e strategia adattativa per il controllo del passo di integrazione.
- Introduzione alla teoria della biforcazione relativa a punti di equilibrio ed a cicli limite.
- Analisi e simulazione di sistemi dinamici, modelli di tipo Lotka-Volterra ed estensioni.

Metodi didattici

Lezioni frontali +
Esercitazioni con software MATLAB e xppaut

Testi di riferimento

F. Verhulst. Nonlinear differential equations and dynamical systems. Springer-Verlag, Heidelberg, 2006.

R. Mattheij, J. Molenaar.
Ordinary differential equations in theory and practice. SIAM, Philadelphia, 2002.

A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri. Matematica Numerica. Springer 3ra ed., 2008.

A.M. Stuart, A.R. Humphries. Dynamical Systems and Numerical Analysis. Cambridge University Press 1998.

Modalità verifica apprendimento	Modulo di Sistemi Dinamici. Esame scritto sugli argomenti del programma dettagliato. Orale facoltativo con discussione ed interpretazione dei risultati delle esercitazioni e delle simulazioni sviluppate in course.
Altre informazioni	
Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile	\$lbl_legenda_sviluppo_sostenibile