



SISTEMI DINAMICI: TEORIA E METODI NUMERICI

Anno immatricolazione	2016/2017
Anno offerta	2016/2017
Normativa	DM270
SSD	MAT/08 (ANALISI NUMERICA)
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE
Corso di studio	BIOINGEGNERIA
Curriculum	Bioingegneria delle cellule e dei tessuti
Anno di corso	1°
Periodo didattico	Primo Semestre (26/09/2016 - 13/01/2017)
Crediti	6
Ore	60 ore di attività frontale
Lingua insegnamento	ITALIANO
Tipo esame	SCRITTO E ORALE CONGIUNTI
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
Richiamo di nozioni di base
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
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.
Nozioni di base di analisi numerica
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. Costruzione 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, modelli bistabili di FitzHugh-Nagumo.

Metodi didattici

Lezioni frontali +
Esercitazioni

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.
M. Crouzeix, A.L. Mignot. Analyse Numeriques des Equations Differentielles. Masson, Paris 1984.
A.M. Stuart, A.R. Humphries. Dynamical Systems and Numerical Analysis. Cambridge University Press 1998.
Quarteroni A.. Modellistica numerica per problemi differenziali. Springer Verlag, 2009.
Braess D.. Finite Elements. Theory, Fast Solvers, and Applications in

	Solid Mechanics. Cambridge University Press.
Modalità verifica apprendimento	Modulo di Sistemi Dinamici. Esame orale sugli argomenti del programma dettagliato. Discussione ed interpretazione dei risultati delle esercitazioni e delle simulazioni sviluppate in laboratorio.
Altre informazioni	-
Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile	\$lbl_legenda_sviluppo_sostenibile