

Insegnamento di: Metodi Numerici e Modelli Matematici			
Classe di laurea: LM-40- Matematica		Corso di Laurea in: Matematica	Anno accademico: 2017/2018
Denominazione inglese insegnamento: Numerical Methods and Modelling		Tipo di insegnamento: Obbligatorio	Anno: 1
Tipo attività formativa: Attività caratterizzante	Ambito disciplinare: Formazione Modellistico-Applicativa	Settore scientifico-disciplinare: MAT/08	Semestre: 1
			CFU totali: 7 di cui CFU lezioni: 4 CFU ese/lab/tutor:3
Modalità di erogazione, ore di didattica assistita ed ore dedicate allo studio individuale ore di lezione: 40 ore di esercitazione/laboratorio/tutorato: 32 totale ore didattica assistita: 72 totale ore di studio individuale: 103			
Lingua di erogazione: Italiano	Obbligo di frequenza: no		
Docente: Luciano Lopez	Tel: +39 080 5442678 e-mail: luciano.lopez@uniba.it	Ricevimento studenti: Dip. Matematica piano II, stanza 15	Giorni e ore ricevimento: Mercoledì 11-13
Conoscenze preliminari: Conoscenze di base sui sistemi di equazioni differenziali, di Algebra Lineare e di Calcolo Numerico, di un linguaggio di programmazione, che si acquisiscono nella laurea triennale della classe L-35.			
Obiettivi formativi: Acquisizione dei metodi e delle tecniche della matematica applicata per la simulazioni di modelli di evoluzione continui e discreti. Capacità di modellizzazione matematica di semplici fenomeni.			
Risultati di apprendimento previsti	<p>Conoscenza e capacità di comprensione: Acquisizione di concetti fondamentali di analisi di modelli; punti di equilibrio stabilità, cicli limite, comportamenti per tempi lunghi.</p> <p>Conoscenza e capacità di comprensione applicate: Acquisizione di metodi per la simulazione dei modelli discreti e continui ed interpretazione dei risultati.</p> <p>Autonomia di giudizio: Capacità di valutare la corrispondenza dei modelli con la realtà che si vuole rappresentare ed eventualmente la capacità di modificarli.</p> <p>Abilità comunicative: Acquisizione del linguaggio matematico avanzato nella descrizione dei modelli e della loro simulazione.</p> <p>Capacità di apprendere: Acquisizione di metodi di apprendimento adeguati, attraverso l'uso sistematico di tesi, la risoluzione di esercizi e la simulazione al calcolatore di modelli.</p>		
Programma del corso			
1. SISTEMI DINAMICI DISCRETI Equazioni alle differenze del primo ordine e soluzione. Teoria delle equazioni lineari alle differenze di ordine k. Equazioni alle differenze omogenee. Metodi per il calcolo delle soluzioni. Il polinomio caratteristico: caso di radici distinte e radici coincidenti. Uso dell'operatore $p(E)$ e proprietà. Calcolo delle soluzioni particolari. Soluzioni di equilibrio di equazioni alle differenze e stabilità. Metodo delle serie formali. Metodo delle variazioni delle costanti. Sistemi lineari di equazioni alle differenze. Stabilità delle soluzioni di equazioni alle differenze. Metodo delle variazioni delle costanti. Funzioni di matrici e proprietà. Studio asintotico di A^n ed $\exp(tA)$. Modelli discreti: Modello discreto del cobweb semplice e completo. Modello di Lesley della dinamica di popolazioni. Modello degli indiani Natchez.			
2. SISTEMI DINAMICI CONTINUI Sistemi lineari autonomi di equazioni differenziali ordinarie: Matrice principale e sue proprietà. Concetti di continuità e di stabilità delle soluzioni rispetto a variazioni della condizione iniziale. Stabilità asintotica stabilità e instabilità di un punto di equilibrio; definizioni e teoremi per matrici diagonalizzabili e non. Sottospazi invarianti. Spazio stabile, instabile e centrale. Esempi: sistemi lineari autonomi planari; definizione di nodo, punto di sella, fuoco, centro. Sistemi			

non lineari autonomi: Proprietà delle soluzioni. Differenziabilità rispetto alle condizioni iniziali. Punti di equilibrio e linearizzazione. Funzioni di Lyapunov. Esempi: pendolo matematico. Orbite periodiche e cicli limite. Oscillatore di Van der Pol. Comportamento del sistema per tempi lunghi. Teorema di Poincaré Bendixson (solo enunciato). Attrattori in \mathbb{R}^3 . Esempi: equazioni differenziali sul toro, sistema di Lorenz, attrattore di Roessler. Modelli continui: modelli di Malthus e Verhulst per la crescita di popolazioni. Modello di Lotka-Volterra. Modello di due specie in competizione. Modello di Darwin.

3. METODI RUNGE KUTTA.

Richiami su consistenza e convergenza. Errore locale e globale, maggiorazioni. Verifica dell'ordine di consistenza: grafico dell'errore in funzione del passo di discretizzazione. Stabilità lineare dei metodi Runge Kutta, funzione di stabilità, regione di assoluta stabilità. Metodi Runge-Kutta impliciti: esistenza della soluzione del sistema non lineare. Metodo delle iterazioni di punto fisso per la ricerca della soluzione del sistema non lineare: restrizioni sul passo. Metodo di Newton per la risoluzione del problema non lineare. Metodi Runge Kutta a passo variabile: scelta del passo di discretizzazione e stima dell'errore locale tramite metodi Runge Kutta embedded. Performance dei metodi espliciti a passo variabile. Comportamento qualitativo dei metodi numerici: esistenza di punti fissi spuri. Problemi stiff lineari e non lineari: confronto tra metodi a passo variabile espliciti e metodi di Gauss impliciti a passo variabile.

Metodi di insegnamento:

Lezioni ed esercitazioni in aula e laboratorio

Supporti alla didattica:

Attività di tutoraggio.

Controllo dell'apprendimento e modalità d'esame:

Simulazione individuale al calcolatore di problemi assegnati. Prova orale.

Testi di riferimento principali:

Per lo studio della teoria delle equazioni alle differenze:

V. Lakshmikantham, D. Trigiante, Theory of difference equations: numerical methods and applications, Academic Press Inc, 1988.

Per i modelli discreti:

D.G. Luenberger, Introduction to dynamic systems, J. Wiley and Sons, 1979.

Per i modelli continui:

M. Braun, Differential Equations and Their Applications: An Introduction to Applied Mathematics: An Introduction to Applied Mathematics. Springer, 1983.

Per la simulazione numerica ed i metodi numerici:

J.D. Lambert, Numerical Methods for Ordinary Differential Systems: The Initial Value Problem, Wiley Interscience, 1991.