

Insegnamento di: Metodi Numerici e Modelli Matematici			
Classe di laurea: LM-40- Matematica		Corso di Laurea in: Matematica	Anno accademico: 2020/2021
Denominazione inglese insegnamento: Numerical Methods and Modelling		Tipo di insegnamento: Obbligatorio	Anno: 1
			Semestre: 1
Tipo attività formativa: Attività caratterizzante	Ambito disciplinare: Formazione Modellistico- Applicativa	Settore scientifico-disciplinare: MAT/08	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 simulazione di modelli di evoluzione continui e discreti. Capacità di modellizzazione matematica di semplici fenomeni.			
Risultati di apprendimento previsti	Conoscenza e capacità di comprensione: Acquisizione di concetti fondamentali di analisi di modelli: punti di equilibrio, cicli limite, concetti di continuità e stabilità delle soluzioni, comportamenti per tempi lunghi. Conoscenza e capacità di comprensione applicate: Acquisizione di metodi per la simulazione dei modelli discreti e continui ed interpretazione dei risultati. Autonomia di giudizio: Capacità di valutare la corrispondenza dei modelli con la realtà che si vuole rappresentare ed eventualmente la capacità di modificarli. Abilità comunicative: Acquisizione del linguaggio matematico avanzato nella descrizione dei modelli e della loro simulazione. 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.		

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 dello 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. Concetti di stabilità, stabilità asintotica e instabilità di un punto di equilibrio; definizioni e teoremi per matrici diagonalizzabili e matrici in forma di Jordan. Sottospazi invarianti. Spazio stabile e spazio instabile. Esempi: sistemi lineari autonomi planari; definizione di nodo, punto di sella, fuoco, centro. Sistemi lineari con forzante e formula della variazione delle costanti. Oscillatore armonico ed oscillatore armonico con forzante. Risonanza. Applicazioni a circuiti elettrici e sistemi meccanici.

Sistemi non lineari autonomi: Proprietà delle soluzioni. Soluzioni contenute in un compatto. Lemma di Gronwall e continuità rispetto alle condizioni iniziali. Punti di equilibrio e linearizzazione. Teorema sulla asintotica stabilità del punto di equilibrio di un sistema non lineare. Modello di due specie in competizione.

Caso di Jacobiana con autovalori nulli. Funzioni di Lyapunov. Oscillatori non lineari: Pendolo semplice e oscillatore di Duffing con e senza attrito e forzante.

Modello di Lotka-Volterra. Modello di Darwin.

3. METODI RUNGE KUTTA.

Metodo di Eulero esplicito. Errore locale ed errore globale. Stabilità lineare e problema test. Oscillatore armonico e metodo di Eulero Esplicito. Function Matlab per verifica errore globale e comportamento qualitativo con problema test e con oscillatore armonico. Metodo di Eulero applicato all'equazione logistica e fenomeni di period doubling cascade. Metodo Runge Kutta del secondo ordine e scelta dei coefficienti attraverso errore locale di troncamento. Stabilità lineare del metodo. Function Matlab. Verifica ordine del metodo. Tracciamento numerico della regione di assoluta stabilità. Comportamento qualitativo: esempi di punti fissi spuri.

Metodi Runge Kutta. Consistenza e convergenza. Errore locale e globale. 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. Simulazioni con Duffing.

Metodi di insegnamento:

Lezioni in aula e su Teams. Esercitazioni su Matlab.

Supporti alla didattica:

Attività di tutoraggio.

Controllo dell'apprendimento e modalità d'esame:

Simulazione individuale al calcolatore di progetti assegnati o scelti dallo/a studente/essa. 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: Luemberger, Introduction to dynamic systems, J. Weley 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 le equazioni differenziali

L. Perko, Differential Equations and Dynamical Systems, Springer, 2001.

Per la simulazione numerica ed i metodi numerici:

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