UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Matematica e Informatica		
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2016/2017		
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2017/2018		
CORSO DILAUREA	MATEMATICA		
INSEGNAMENTO	SISTEMI DINAMICI CON LABORATORIO		
CODICE INSEGNAMENTO	11081		
MODULI	Si		
NUMERO DI MODULI	2		
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	MAT/07		
DOCENTE RESPONSABILE	LOMBARDO MARIA CARMELA	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	LOMBARDO MARIA CARMELA	Professore Ordinario	Univ. di PALERMO
CFU	12		
PROPEDEUTICITA'			
MUTUAZIONI			
ANNO DI CORSO	2		
PERIODO DELLE LEZIONI	Annuale		
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa		
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi		
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	**LOMBARDO MARIA CARMELA** Lunedì 08:30 10:30 Dipartimento di Matematica e Informatica via Archirafi 34, secondo piano, studio N.220. Martedì 11:30 12:30 Dipartimento di Matematica e Informatica via Archirafi 34, secondo piano, studio N.220.		

DOCENTE: Prof.ssa MARIA CARMELA LOMBARDO

PREREQUISITI	Funzioni di una variabile reale. Funzioni elementari. Limiti, continuità e derivabilità. Sviluppo in serie di Taylor. Concetto di spazio vettoriale. Endomorfismi. Calcolo matriciale. Autovalori e autovettori. Diagonalizzazione.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacita' di comprensione: Acquisizione delle conoscenze di base di Sistemi Dinamici quali equilibrio e stabilita' per un sistema dinamico, orbite periodiche e cicli limite, dipendenza di un sistema dinamico da un parametro e biforcazioni. Acquisire le metodiche disciplinari e essere in grado di utilizzare descrizioni e modelli matematici di interesse scientifico. Gli studenti conseguono conoscenza e capacita' di comprensione con la frequenza delle lezioni, la partecipazione alle esercitazioni in aula e in laboratorio, l'attivita' di studio individuale. Capacita' di applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti sono in grado di formalizzare matematicamente problemi di moderata difficolta' e di estrarre informazioni qualitative da dati quantitativi. In particolare acquisiranno le seguenti capacita: capacita' dell'analisi della stabilita' di un equilibrio di un sistema dinamico mediante la tecnica della linearizzazione e del Teorema di Liapunov, capacita' di applicare il criterio di Poincare-Bendixon per l'esistenza di un ciclo limite, capacita' di ridurre a forma normale un sistema dinamico nei pressi di una biforcazione e costruirne numericamente il diagramma di biforcazione, capacita' di applicare tecniche asintotiche in presenza di piccoli parametri, capacita' di simulare numericamente un sistema dinamico finito-dimensionale. Autonomia di giudizio: Capacita' di formulare un modello matematico evolutivo e di determinarne i limiti di applicabilita' anche confrontando le soluzioni numeriche con i risultati sperimentali. Capacita' di estendere i limiti di applicabilita' di un modello incrementandone la complessita. Comprendere modelli matematici associati a situazioni concrete derivanti da altre discipline. Fare esperienza di lavoro di gruppo durante le esercitazioni di laboratorio. Abilita' comunicative: Possedere strumenti e competenze adeguati per la comunicazione. In particolare: capacita' di esporre ad una classe degli ultimi anni della scuola secondaria superiore un elementare problema fisico-matematico o biomatematico, di motivarne il relativo modello matematico e di discutere criticamente le soluzioni analitiche e/o numeriche trovate. Essere in grado di dialogare con esperti di altri settori, riconoscendo la possibilita' di formalizzare matematicamente situazioni di interesse applicativo, industriale o finanziario. Capacita' d'apprendimento: Capacita' di comprendere semplici articoli scientifici (come quelli che compaiono nella Sezione "Education" della rivista "SIAM Review") aventi per oggetto modelli fisico-matematici e/o bio-matematici e di seguire l'analisi teorica e numerica di tali modelli. Proseguire gli studi della modellistica matematica e della fisica matematica con un alto grado di autonomia.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	La verifica finale mira a valutare se lo studente ha conoscenza e comprensione degli argomenti, se ha acquisito la capacita' di applicare tale conoscenza, se ha sviluppato competenza interpretativa e autonomia di giudizio di casi concreti, e valuta infine le abilita' comunicative e la proprieta' di linguaggio relativamente agli argomenti trattati. La verifica finale consistera' di una prova scritta e di una prova orale. Nella prova scritta verra' richiesta la risoluzione di tre esercizi relativi a tutte le parti oggetto del programma e conformi agli esempi e alle esercitazioni svolti durante il corso. Durante la prova orale lo studente dovra' rispondere correttamente ad un minimo di due/tre domande, poste oralmente, su tutte le parti oggetto del programma e dovra' discutere in maniera critica lo svolgimento degli esercizi proposti nella prova scritta. La valutazione finale si basera' su entrambe le prove e il voto, formulato sulla base delle seguenti condizioni, verra' espresso in trentesimi: a)non possiede una conoscenza accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'insegnamento (insufficiente); b)minima conoscenza di base degli argomenti principali dell'insegnamento e del linguaggio tecnico, scarsissima o nulla capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite (18-20); c)non ha piena padronanza degli argomenti principali dell'insegnamento ma ne possiede le conoscenze, soddisfacente proprieta' linguaggio, scarsa capacita' di applicare autonomamente le conoscenze acquisite (21-23); d)conoscenza di base dei principali argomenti, discreta proprieta' di linguaggio, con limitata capacita' di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti (24-25); e)buona padronanza degli argomenti, piena proprieta' di linguaggio, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti (26-29); f)ottima conoscenza degli argomenti, ottima proprieta' di linguaggio, buona capacita' analitica, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti (30-30 e lode).

ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	L'attivita' didattica prevede lezioni frontali ed esercitazioni in aula. Durante le lezioni frontali gli argomenti del corso verranno presentati ed analizzati. Le esercitazioni saranno volte a far acquisire maggiore comprensione e padronanza degli argomenti trattati. In particolare, verranno proposte prove scritte parziali, durante lo svolgimento del corso stesso, per preparare lo studente alla prova scritta finale prevista per l'esame.

MODULO
MAPPE, EQUILIBRI, STABILITÀ

Prof.ssa MARIA CARMELA LOMBARDO

TESTI CONSIGLIATI

1) Mooney-R. Swift, A Course in Mathematical Modeling, The Mathematical Association of America, 1999.
2) Salinelli E., Tomarelli F., Modelli dinamici discreti, Springer, 2005.
3) S.H. Strogatz, Nonlinear Dynamics and Chaos, Westview Press, 2000.

TIPO DI ATTIVITA'	A
AMBITO	50197-Formazione Matematica di base
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	90
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	60

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

L'obiettivo primario del corso e' quello di introdurre gli strumenti elementari per l'analisi qualitativa di un sistema dinamico finito-dimensionale e per lo studio delle sue soluzioni nello spazio delle fasi. Tali strumenti sono i seguenti:
1) Linearizzazione attorno a un punto di equilibrio ed analisi della sua stabilita' per mappe;
2) Linearizzazione attorno a un punto di equilibrio ed analisi della sua stabilita' per sistemi continui;
3) Studio del ritratto di fase globale.
Ulteriore obiettivo e' quello di introdurre lo studente alle problematiche tipiche della modellistica matematica mediante la formulazione e l'analisi teorica e numerica di semplici modelli fisico-matematici o bio-matematici.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
12	Presentazione del corso. Introduzione alla teoria dei sistemi dinamici, definizione di sistema dinamico discreto e sua soluzione, sistemi lineari e non lineari, spazio delle fasi, orbite, punti di equilibrio, stabilita. Metodo del cobweb. Sistemi dinamici discreti a un passo lineari: spazio delle soluzioni, equilibri e stabilita. Sistemi dinamici discreti lineari a piu' passi: spazio delle soluzioni e loro andamento asintotico. Sistemi dinamici discreti non lineari. Teorema di linearizzazione.
10	Sistemi dinamici continui: definizione di sistema dinamico continuo e sua soluzione, sistemi lineari e non lineari, spazio delle fasi, orbite, punti di equilibrio, stabilita. Teorema di Cauchy. Dipendenza continua dai dati iniziali. Teorema di Hartmann-Grossmann. Classificazione topologica dei punti singolari: nodi repulsivi, nodi attrattivi, punti sella, centri, spirali. Sistemi dinamici continui lineari: studio dello spazio delle soluzioni e ritratto di fase.
10	Processi evolutivi continui con spazio delle fasi unidimensionale: il modello di Malthus, l'equazione logistica e sua derivazione, la curva di Gomperz, modelli di compensazione e depensazione, depensazione critica, effetto Allee. Modelli di popolazioni con caccia: con termine di caccia costante e con tasso lineare. Modelli di popolazioni con isteresi: la larva del pino. Modelli di sistemi dinamici con ritardo: l'equazione logistica con tasso di crescita ritardato, studio del periodo di oscillazione. Processi evolutivi continui con spazio delle fasi multidimensionale: Modelli di popolazioni interagenti: competizione, simbiosi, predazione. Modelli predatore-preda. Il ritratto di fase globale dei modelli di Lotka-Volterra.

ORE	Esercitazioni
9	Studio qualitativo e calcolo della soluzione numerica di alcuni modelli dinamici discreti, lineari e non lineari, di interesse in matematica applicata.
9	Studio qualitativo e calcolo della soluzione numerica di alcuni modelli dinamici continui lineari di interesse in matematica applicata (Oscillatore armonico semplice, smorzato e forzato).
10	Studio qualitativo e calcolo della soluzione numerica di sistemi dinamici continui non lineari uni- e multi-dimensionali.

MODULO
BIFORCAZIONI E PERTURBAZIONI SINGOLARI

Prof.ssa MARIA CARMELA LOMBARDO

TESTI CONSIGLIATI

R. Haberman, Mathematical Models: Mechanical Vibrations, Population Dynamics, and Traffic Flow (Classics in Applied Mathematics) , SIAM, 1998.
S.H. Strogatz, Nonlinear Dynamics and Chaos, Westview Press, 2000.
J.D.Murray, Mathematical Biology, 3rd edition, Springer-Verlag, 2002.
J. Hale and H. Kocak, Dynamics and Bifurcations, Springer-Verlag, 1991.
F. Brauer, C.Castillo Chavez, Mathematical models in Population Biology and Epidemiology, Springer, 2000.
K. Chen, P. Giblin, A. Irving Mathematical explorations with MATLAB, Cambridge University Press, 1999.

TIPO DI ATTIVITA'	B
AMBITO	50195-Formazione Modellistico-Applicativa
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	90
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE	60

OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

L'obiettivo primario del modulo e' quello di introdurre gli strumenti elementari per l'analisi qualitativa di un sistema dinamico finito-dimensionale in sistemi dinamici piani e in Rn anche in presenza di parametri. Tali strumenti sono i seguenti:
1) Costruzione e analisi del diagramma di biforcazione in presenza di dipendenza parametrica;
2) Teorema di Poincare-Bendixon;
3) Analisi asintotica di un sistema dinamico in presenza di un piccolo parametro.
Ulteriore obiettivo e' quello di approfondire le tematiche affrontate nel modulo 1 mediante la formulazione e l'analisi teorica e numerica di modelli di interesse fisico-matematico e bio-matematico.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
10	Teoria delle biforcazioni: Attrattori di un sistema dinamico. Biforcazione per sistemi dinamici 1D dipendenti da un parametro: biforcazione sella-nodo, biforcazione transcritica, biforcazione pitchfork. Biforcazioni imperfette e cenni di teoria delle catastrofi. Studio delle biforcazioni di un sistema dinamico bidimensionale in presenza di un autovalore nullo. Varieta' centrale e teorema della varieta' centrale.
12	Insiemi omega-limite e alfa-limite. Cicli limite. Condizioni per la non-esistenza di orbite chiuse: teorema di Dulac. Teorema di Liapunov. Sistemi gradiente. Stabilita' dei cicli limite. Il teorema di Poincare-Bendixon. Sistemi conservativi. Sistemi Hamiltoniani.
6	Elementi di analisi asintotica. Definizioni di espansione asintotica ed esempi. Perturbazione asintotica regolare. Perturbazione asintotica singolare. Strato limite iniziale. Il metodo delle scale multiple. Stima dell'errore. Cinetica degli enzimi. La legge dell'azione di massa. Reazioni enzimatiche. Il modello di Michaelis-Menten. L'ipotesi degli stati pseudo-stazionari. Analisi asintotica del modello.
4	Sistemi oscillanti del tipo slow-fast: Sistemi dinamici con due diversi tempi scala. Studio qualitativo nel piano delle fasi del flusso. Condizioni per l'esistenza del ciclo limite. L'oscillatore di Van Der Pol: determinazione del periodo di oscillazione.

ORE	Esercitazioni
10	Diagrammi di biforcazione numerici di sistemi dinamici dipendenti da parametri
9	Analisi qualitativa e numerica di sistemi che esibiscono cicli limite. Analisi qualitativa di sistemi gradiente e Hamiltoniani.
9	Analisi qualitativa e numerica di sistemi con cinetica di tipo Michaelis-Menten. Analisi qualitativa di sistemi con piccoli parametri. Analisi qualitativa di sistemi slow-fast e determinazione del periodo di oscillazione.