# Università degli Studi di Roma "Tor Vergata"

## Scheda Insegnamento

Mod. Scheda Insegnamento v. 1.1

### Docente responsabile dell'insegnamento/attività formativa

| | |
|---|---|
| Nome | Piermarco |
| Cognome | Cannarsa |

### Denominazione insegnamento/attività formativa

| | |
|---|---|
| Italiano | Controllo, dinamica e ottimizzazione |
| Inglese | Control, dynamics, and optimisation |

### Informazioni insegnamento/attività formativa

A.A. 2023/2024 ○ L ◉ LM ○ LM CU

| | |
|---|---|
| CdS | Laurea Magistrale in Matematica Pura ed Applicata |
| Codice | 8067457 |
| Canale | Unico |
| CFU | 8 |
| Lingua | italiano |

### Docente del modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |

### Denominazione modulo didattico (compilare solo per attività formative articolate in moduli)

| | |
|---|---|
| Italiano | |
| Inglese | |

## Obiettivi formativi e risultati di apprendimento attesi

| | |
|---|---|
| Italiano | OBIETTIVI FORMATIVI: Acquisire metodologie teoriche e competenze computazionali sul controllo di equazioni ordinarie e a derivate parziali lineari, di tipo evolutivo.<br><br>CONOSCENZA E CAPACITÀ DI COMPRENSIONE:<br><br>Conoscere:<br><br>- criteri di controllabilità e osservabilità per processi finito-dimensionali;<br><br>- risultati di esistenza e condizioni necessarie di ottimalità per i poroblemi di Mayer e Bolza;<br><br>- risoluzione di equazioni di evoluzione con il metodo dei semigruppi;<br><br>- stime di Carleman e applicazione alla controllabiltà a zero per equazioni paraboliche;<br><br>- metodo dei moltiplicatori e controllabilità di equazioni iperboliche |
| Inglese | LEARNING OUTCOMES: To acquire theoretical methods and computational skills for control of partial differential equations of evolutionary type.<br><br>KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING:<br>To know Kalman's condition for controllability, to learn the basic results for the existence of optimal controls and necessary optimality conditions for the Mayer and Bolza problems, to be able to apply the abstract theory od semigroups to solve evolutionary partial differential equations, to recognize the different types of observability/controllability for partial dfifferential equations.<br><br>APPLYING KNOWLEDGE AND UNDERSTANDING: |

## Prerequisiti

| | |
|---|---|
| Italiano | Algebra lineare, calcolo con funzioni di più variabili, equazioni differenziali ordinarie, integrale di Lebsegue, teoremi base dell'analisi funzionale |
| Inglese | Linear algebra, calculus with functions of several real variables, ordinary differential equations, Lebesgue integral, basic results in functional analysis |

## Programma

| | |
|---|---|
| Italiano | CONTROLLODIEQUAZIONIDIFFERENZIALIORDINARIE.Osservabilità,controllabilitàestabi-lizzabilità di processi di controllo lineari a coefficienti costanti su spazi euclidei. EQUAZIONI DI EVOLUZIO- NE. 1. Semigruppi di operatori lineari e continui su spazi di Banach. Generatore infinitesimale. Teorema di Hille-Yosida. Comportamento asintotico. Soluzione del problema di Cauchy-Dirichlet per equazioni paraboliche del secondo ordine. 2. Operatori dissipativi e massimali dissipativi. Teoremi di Lumer- Phillips. Soluzione del problema di Cauchy-Dirichlet per equazioni iperboliche del secondo ordine. 3. Aggiunto di un operatore lineare nel caso Hilbertiano. Operatori simmetrici e autoaggiunti. Teorema di Stone. Applicazione all'equazione di Schr?odinger. 4. Il problema di Cauchy non omogeneo. Il caso degli operatori autoaggiunti e dissipativi. CONTROLLO DI EQUAZIONI PARABOLICHE DEL SECONDO ORDINE. 1. Il problema della controllabilità per equazioni di evoluzione. Nozioni di osservabilità. 2. Controllabilità a |
| Inglese | Program: CONTROL OF ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS. Observability, controllability and stabiliza- bility of linear control processes with constant coefficients on Euclidean spaces. EVOLUTION EQUATIONS. 1. Semigroups of bounded linear operators on Banach spaces. Infinitesimal generator. The Hille-Yosida theorem. Asymptotic behaviour. Solution of the Cauchy-Dirichlet problem for second order linear para- bolic equations. 2. Dissipative and maximal dissipative operators. Lumer-Phillips theorems. Solution of the Operatori dissipativi e massimali dissipativi. Teoremi di Lumer-Phillips. Soluzione del problema di Cauchy-Dirichlet problem for second order linear hyperbolic equations. 3. Hilbertian adjoint of a linear operator. Symmetric and self-adjoint operators. Stone's theorem. Application to Schr?odinger's equation. 4. The nonhomogeneous Cauchy problem. CONTROL OF SECOND ORDER PARABOLIC EQUATIONS. 1. No- tions of controllability and observability for first order evolution equations. 2. Null controllability via |

## Modalità di valutazione

- [ ] Prova scritta
- [x] Prova orale
- [ ] Valutazione in itinere
- [ ] Valutazione di progetto
- [ ] Valutazione di tirocinio
- [ ] Prova pratica
- [ ] Prova di laboratorio

## Descrizione delle modalità e dei criteri di verifica dell'apprendimento

| | |
|---|---|
| Italiano | Prova orale nella quale il candidato dimostra di conoscere definizioni, teoremi, le dimostrazioni fondametali (comunicate in precedenza), ed è in grado di usare le nozioni apprese combinandole se necessario in modo originale.<br><br>La prova di esame sarà valutata secondo i seguenti criteri:<br><br>Non idoneo: importanti carenze e/o inaccuratezza nella conoscenza e comprensione degli argomenti; limitate capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio.<br><br>18-20: conoscenza e comprensione degli argomenti appena sufficiente con possibili imperfezioni; capacità di analisi, sintesi e autonomia di giudizio sufficienti. |
| Inglese | In the oral exam the candidate has to show a good control of definitions, major results and some of their proofs.<br><br>The final test will be evaluated according to the following rules:<br><br>"Non idoneo": major gaps about knowledge and understanding of the topics:<br>limited abilities of synthesis, analysis and autonomy of judgment<br><br>18-20: barely sufficient knowledge and understanding of the topics, eventually with imperfections. Sufficient ability of analysis and synthesis and autonomy of judgment.<br><br>21-23: Standard knowledge and understanding of the topics. |

## Testi adottati

| | |
|---|---|
| Italiano | P. Cannarsa - F. Gazzola, Dynamic Optimization for Beginners, with prerequisites and applications, EMS Publishing House<br><br>P. Cannarsa, Lecture notes on evolution equations, http://www.mat.uniroma2.it/~cannarsa/EAM2_2019.pdf |
| Inglese | P. Cannarsa - F. Gazzola, Dynamic Optimization for Beginners, with prerequisites and applications, EMS Publishing House<br><br>P. Cannarsa, Lecture notes on evolution equations, http://www.mat.uniroma2.it/~cannarsa/EAM2_2019.pdf |

## Bibliografia di riferimento

| | |
|---|---|
| Italiano | J.-M. Coron, Control and nonlinearity, American Mathematical Society, 2007.<br><br>J. Zabczyk, Mathematical control theory, Birkhäuser, 1995. |
| Inglese | J.-M. Coron, Control and nonlinearity, American Mathematical Society, 2007.<br><br>J. Zabczyk, Mathematical control theory, Birkhäuser, 1995. |

Modalità di svolgimento

☒ Modalità in presenza
☒ Modalità a distanza

Descrizione della modalità di svolgimento e metodi didattici adottati

| | |
|---|---|
| Italiano | Esposizione teorica di definizioni, teoremi, esempi. Svolgimento di esercizi. Tutorato. |
| Inglese | Lectures discussing definitions, theorems, and examples. Solution of problems. Assisted training. |

Modalità di frequenza

◉ Frequenza facoltativa
○ Frequenza obbligatoria

Descrizione della modalità di frequenza

| | |
|---|---|
| Italiano | |
| Inglese | |