**AA-2023/24**

|  |  |
| --- | --- |
| **CORSI per DOTTORATO DI RICERCA** **offerti dalla SCUOLA DI DOTTORATO IN SCIENZE DELL’INGEGNERIA** | **COURSES for RESEARCH DOCTORATE****offered by the DOCTORAL SCHOOL IN ENGINEERING SCIENCES** |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **N.** | **COURSE** | **Professor** | **LINK to Moodle LMS**  |
| 1 | Technology Transfer and Innovation | Donato Iacobucci | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=21548> |
| 2 | Design of research: European Projects | Nicola Paone | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=21547> |
| 3 | Project management techniques | Filippo Ciarapica | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=21552> |
| 4 | Virtual instruments (LabView) for monitoring and management of industrial systems | Milena Martarelli | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=21553> |
| 5 | Advanced virtual instruments (Labview - Matlab) for simulation and control of complex systems | David Scaradozzi | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=21549> |
| 6 | Cultural landscapes. . A methodological approach to evaluation, protection and conservation of Heritage | Antonello Alici | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=21554> |
| 7 | Mathematical programming and graph theory | Fabrizio Marinelli | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=21555> |
| 8 | Electron microscopy techniques and microanalysis | Gianni Barucca | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=21556> |
| 9 | Water waves for the nearshore dynamics | Maurizio Brocchini | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=21551> |
| 10 | Open Sourse scientific software: Octave | Linda Senigagliesi | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=21557> |
| 11 | Scientific writing and communication | Gianluca Coccia | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=21558> |
| 12 | Probability and statistics | Roberto Pierdicca | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=21559> |
| 13  | Bifurcations’ theory | Pierpaolo Belardinelli | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=21560> |
| 14 | Numerical Heat Transfer for Applications | Valerio D'Alessandro | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=21561> |
| 15 | Advances in Geomatics Engineering | Eva Savina Malinverni | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=21550> |
| 16 | Eco-Sustainable Systems Optimization | Ornella Pisacane | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=21569> |

**PROGRAMMI dei CORSI / COURSE PROGRAMS**

|  |  |
| --- | --- |
| **Innovazione e Trasferimento Tecnologico** | **Technology transfer and innovation** |
| Prof. Donato Iacobucci |
| **Obiettivi formativi:** Acquisire conoscenze sulle principali modalità di trasferimento tecnologico in ambito universitario. Acquisire strumenti di analisi e gestione dei processi di valorizzazione dei risultati della ricerca con specifico riferimento all’avvio di nuove imprese e all’attività di brevettazione. Conoscere i servizi e le strutture di supporto ai processi di trasferimento tecnologico nell’Ateneo e in ambito regionale e nazionale. **Programma:** * La costituzione di spin-off accademici e di start-up: iter di costituzione, modalità di avvio e fattori che ne favoriscono lo sviluppo.
* I brevetti: condizioni di brevettabilità, iter di concessione dei brevetti in ambito nazionale e internazionale, valorizzazione sul mercato.
* I contratti di collaborazione tra università e impresa: forme di relazione fra università e imprese nelle attività di ricerca condivisa e su commessa.

**Metodologia didattica**: Il corso è svolto attraverso lezioni frontali, seminari con esperti e lavori di gruppo. | **Aims**: To acquire knowledge and tools about:* mechanisms of technology transfer within universities;
* management of technology transfer processes;
* the valorisation of university research through patents and spin-offs
* support services for technology transfer within the university and in the local context.

**Program**: • Spin-offs and start-ups: the set-up process; the management of technology star-ups; determinants of success and growth. • Patenting activity: patentability conditions; application and granting process at national and international level; economic valorisation of patents. • University-firm collaborations: research collaborations between university and firms, intellectual property management.**Methodology:**The course will be developed through lessons, seminars and group work.  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Progettare la ricerca: i progetti europei** | **Design of research:** **European projects** |
| Prof. Nicola Paone |
| 1. Introduzione agli strumenti e alle agenzie di finanziamento della ricerca.
2. La ricerca europea
	1. Programmi Quadro e Horizon Europe
	2. Gli strumenti di finanziamento alla ricerca.
3. Il ruolo dell’industria nei Programmi Quadro. Le piattaforme tecnologiche
4. I passi nella preparazione di un progetto
	1. analisi della Call e del Workprogramme
	2. definizione degli obiettivi
	3. definizione del partenariato
	4. definizione dell’impatto
	5. il programma di lavoro
	6. stato dell’arte
	7. il budget e le risorse
5. La valutazione dei progetti
6. Le azioni per la Mobilità dei ricercatori (Marie Curie actions)
7. La conduzione, il progresso e la rendicontazione scientifica del progetto. (Meeting di progetto, deliverables, reports, ecc.)
8. La gestione amministrativa/finanziaria
	1. La rendicontazione finanziaria
	2. L’audit
9. Esempi di progetti.
10. Tutorial sessions.
 | 1. Introduction to instruments and funding agencies for research.
2. European research
	1. European frame-work programmes and Horizon Europe
	2. Financial instruments in support to research.
3. The role of industry in framework programmes. Technology platforms.
4. Steps in project proposal preparation
	1. analysis of Call for Proposals and Workprogramme
	2. definition of objectives
	3. definition of partnership
	4. definition of impact
	5. the work-programme
	6. state of art
	7. budget and resources
5. Project proposal evaluation
6. Marie Curie actions for mobility of researchers
7. Project management, progress and scientific reporting. (Project meeting, deliverables, reports, etc.)
8. Administrative/financial management:
	1. financial reporting
	2. audit
9. Examples of projects.
10. Tutorial sessions.
 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Strumenti e tecniche per la gestione dei progetti**  | **Project management techniques** |
| Prof. Ciarapica Filippo Emanuele |
| Le fasi di sviluppo di un progetto ed il project portfolio management. WBS: creazione di un Work Breakdown Structure. Gestione dei Tempi nel PM. Gestione dei Costi, Pianificazione delle Risorse. Il controllo dei costi di progetto. Valutazioni sulla Fattibilità di un Progetto. Project Risk Management: approccio generale, quantificazione del rischio. | Understanding Project Life Cycle and Project Portfolio Management Processes. Project Scope Management. WBS: creating the Work Breakdown Structure. Resource planning and estimating. Time estimating techniques. Cost estimating techniques. Project Business Plan. Risk management planning: qualitative and quantitative risk analysis. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Strumentazione virtuale (Labview) per monitoraggio e gestione sistemi industriali** | **Virtual instruments (Labview) for monitoring and management of industrial systems** |
| Prof.sa Milena Martarelli |
| **Obiettivi**Il corso fornisce le basi della programmazione in ambiente Labview, inclusa la gestione dell’hardware DAQ per acquisizione di segnali di misura.**Programma**1. Orientamento generale alla programmazione G
2. Correzione dei programmi e soluzione dei problemi
3. Implementazione di uno strumento virtuale
4. Applicazioni modulari
5. Arrays
6. Risorse hardware e software
7. Acquisizione dati
8. Flusso dei dati

**Metodologia didattica**Il corso è fortemente incentrato su esercitazioni, nelle quali si applicheranno a casi pratici i concetti appresi. È consigliato l’uso del proprio laptop per le esercitazioni che richiedono l’uso di software. | **Objectives**The course provides fundamentals of programming in Labview environment, including management of hardware DAQ for digital acquisition of measurement signals.**Program**1. General approach to G programming
2. Throubleshooting and debug
3. Implementation of a virtual instrument
4. Development of modular applications
5. Arrays
6. Hardware e software resources
7. Data Acquisition
8. Data Flow

**Methodology**The course is strongly focused on exercises, in which the learned concepts will be applied to practical cases.The use of your own laptop is recommended for exercises that require the use of software. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Strumenti virtuali avanzati (Labview - Matlab) per simulazione e controllo di sistemi complessi** | **Advanced virtual instruments (Labview - Matlab) for simulation and control of complex systems** |
| Prof. David Scaradozzi |
| 1. Auto-index, clusters e definizione di tipo
2. File I/O
3. Macchine di stati
4. Flusso di dati con variabili
5. Comunicazione asincrona
6. Design pattern
7. Interfaccia utente
8. Ottimizzazione di un VI
9. Sistemi LabVIEW RealTime
10. Progetto di un sistema di controllo
11. Simulazione di un sistema complesso
 | 1. Auto-index, clusters e type definition
2. File I/O
3. State machines
4. Data flow with variables
5. Asynch communication
6. Design pattern
7. User interface
8. VI optimization
9. LabVIEW RealTime
10. Design of a control system
11. Simulation of a complex system
 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Paesaggi culturali** | **Cultural Landscapes** |
| Prof. Antonello Alici |
| **Obiettivi formativi** Acquisire conoscenze sul significato, sulla storia e sul valore del patrimonio culturale. Acquisire strumenti per la sua tutela e valorizzazione per un turismo sostenibile in ambito europeo ed extraeuropeo. Il programma sarà incentrato sul tema dei ‘Paesaggi culturali’, approfondirà il rilievo dei concetti di diversità e creatività come temi fondamentali nella conoscenza, comprensione, protezione e valorizzazione dei Paesaggi culturali. **Contenuti*** Dal Patrimonio culturale al Paesaggio culturale: introduzione al tema, definizioni, glossario dei termini.
* Significato e valore del patrimonio culturale nella cultura occidentale e in quella asiatica. Storia e principi della tutela e della conservazione. Le Carte internazionali del patrimonio culturale.
* Paesaggio, città, architettura : casi di studio.
* Fragilità del patrimonio culturale : casi di studio.
* Il ruolo delle istituzioni e dei cittadini: Unesco, Unione Europea, English Heritage, Mibact, Italia Nostra
* Strategie di conoscenza e valorizzazione: musei e gallerie, parchi tematici, festival scientifici, turismo culturale.
* Il ruolo della ricerca e dell’università.

**Metolologia*** Il corso propone lezioni frontali, analisi dei casi di studio, letture e discussioni, visite guidate e incontri con esperti. Il corso è aperto alla collaborazione con atenei, musei e centri di ricerca stranieri per offrire ai partecipanti l’opportunità di un’esperienza di formazione esterna. Agli studenti si richiede di partecipare ad un seminario finale aperto al pubblico con un caso di studio da concordare.
 | **Aims**To acquire a knowledge on the significance, history and value of cultural heritage.To acquire tools for its safeguard and enhancing towards a sustainable tourism in Europe and outside Europe. The programme will focus on ‘Cultural Landscapes’, will explore the relevance of diversity and creativity as fundamental issues in the understanding, protecting, and enhancing Cultural Landscapes.**Topics**From Cultural Heritage to Cultural Landscape: introduction to the subject, definitions. Significance and value of cultural heritage in the Western culture and in Asia. History and principles of protection and conservation. International Charters of cultural heritage.Landscape, city and architecture: case studiesFragility of cultural heritage: case studiesThe role of public institutions and citizens: Unesco, European Union, English Heritage, Mibact, Italia NostraStrategies for knowledge and enhancing: museums and galleries, exhibitions and thematic parks, scientific festivals, cultural tourism. The role of research and university**Methodology**The course is organized in lectures, analysis of case studies, suggested readings and discussions, guided tours, meetings with experts. The course will be organised in cooperation with universities, museums and research centres aiming to offer to the participants the opportunity of an external traineeship. The students will be asked to propose a case study to be presented in a final seminar. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Programmazione Matematica e Teoria dei Grafi** | **Mathematical Programming and Graph Theory** |
| Prof. Fabrizio Marinelli |
| * **Problemi di decisione**
	+ Elementi e tassonomia
	+ Soluzione di un problema di decisione
	+ Problemi facili e difficili, algoritmi esatti e euristici: cenni di complessità computazionale
	+ Problemi multi-obiettivo: goal programming e pareto-ottimalità.
* **Programmazione Matematica**
	+ Linguaggi dichiarativi: il linguaggio AMPL
	+ Problemi di decisione e prog. matematica
	+ Prog. Lineare Intera: caratteristiche e metodi di soluzione
* **Tecniche di modellazione**
	+ Variabili binarie di selezione per modellare *coperture*, *packing* e *partizioni*
	+ Variabili binarie di associazione per modellare assegnamenti e permutazioni.
	+ Variabili logiche per modellare costi fissi, insiemi semi-continui, vincoli condizionali e predicati logici
	+ Tecniche di linearizzazione di valori assoluti, funzioni lineari a tratti, funzioni esponenziali
* **Introduzione alla Teoria dei Grafi**
	+ Terminologia e proprietà di base
	+ Isomorfismi e classi di grafi: percorsi, cicli, alberi; grafi euleriani, hamiltoniani, bipartiti e planari
	+ Insiemi indipendenti e coperture
	+ Algoritmo greedy e matroidi
	+ Ottimizzazione combinatoria e grafi
	+ Prog. matematica per problemi di ottimizzazione su grafo.
* **Applicazioni**
	+ Problemi di scheduling, routing e packing
 | * **Decision Problems**
	+ Elements and taxonomy
	+ Solution of a decision problem
	+ Easy and hard problems, exact and heuristic algorithms: hints of computational complexity theory
	+ Multi-objective problems: goal programming and pareto-optimality
* **Mathematical Programming**
	+ Declarative languages: AMPL
	+ Decision problems and math. prog.
	+ Integer Linear Programming: features and solution methods
* **Modelling techniques**
	+ binary variables for selection: *covering*, *packing* and *partitioning* models
	+ binary variables for association: assignments and permutations.
	+ Logic variables: fixed costs, semi-continuous sets, conditional constraints, logical predicates
	+ Linearization techniques: absolute values, piecewise linear functions, exponential functions
* **An introduction to Graph Theory**
	+ Terminology and basic properties
	+ Isomorphisms and classes of graphs: paths, cycles, trees, eulerian, hamiltonian, bipartite and planar graphs
	+ Independent sets and covers
	+ Greedy algorithm and matroids
	+ Combinatorial Optimization and graphs
	+ Mathematical prog. for optimization problems on graphs
* **Applications**
	+ Scheduling, routing and packing problems
 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tecniche di microscopia elettronica e microanalisi** | **Electron microscopy techniques and microanalysis** |  |
| Gianni Barucca |
| Il corso prevede una parte teorica (16 ore) e una sperimentale (8 ore) svolta in laboratorio.**Parte teorica**Argomenti di carattere generale* Ottica geometrica
* Sistemi ottici centrati
* Ottica elettronica
* Interazione elettrone-materia e segnali generati

Microscopia elettronica a scansione (SEM)* Struttura del SEM
* Lenti e aberrazioni
* Rivelatori e formazione dell’immagine

Microanalisi EDS* Principi di funzionamento
* Rivelatori
* Analisi chimica quantitativa

Microscopia elettronica in trasmissione (TEM)* Struttura del TEM
* Teoria di formazione del contrasto
* Tecniche di osservazione e interpretazione delle immagini
* Diffrazione elettronica

Preparazione campioni* Preparazione campioni per osservazioni SEM
* Preparazione campioni per osservazioni TEM

**Parte sperimentale*** Struttura e funzionamento del SEM
* Struttura e funzionamento del TEM
* Preparazione campioni
* Osservazione di provini
 | The course is organized in 16 hours of theoretical lessons and 8 hours of experimental sessions in laboratory.**Theoretical lessons**General topics* Geometrical optics
* Optical imaging systems
* Electron optics
* Electron-matter interaction and signals

Scanning electron microscopy (SEM)* SEM layout
* Lenses and aberrations
* Image formation and detectors

EDS microanalysis* Working principles
* Detectors
* Quantitative chemical analysis

Transmission electron microscopy (TEM)* TEM layout
* Theory of contrast formation
* Imaging techniques and image interpretation
* Electron diffraction techniques

Specimen preparation* Specimen preparation for SEM observations
* Specimen preparation for TEM observations

**Experimental sessions*** SEM layout and working principles
* TEM layout and working principles
* Specimen preparation techniques
* Specimen observation
 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Onde di mare per le dinamiche costiere** | **Water waves for the nearshore dynamics** |
| Prof. Maurizio Brocchini |
| **Programma*** Introduzione alle dinamiche costiere;
* Formulazione del problema delle onde: le onde lineari;
* Modelli mediati sulla verticale: nonlinearità e dispersione;
* Soluzioni numeriche delle Nonlinear Shallow Water Equations e equazioni di Boussinesq;
* Applicazioni dei modelli mediati sulla verticale;
* I modelli mediati sulle onde corte;
* Soluzione di alcune dinamiche costiere.
 | **Programme*** Introduction to nearshore dynamics;
* Formulations of the wave problems: linear waves;
* Depth-averaged models: nonlinearity, dispersiveness;
* Numerical solutions of the Nonlinear Shallow Water Equations and Boussinesq equations;
* Applications of depth-averaged models;
* Wave-averaged models;
* Solutions for selected nearshore dynamics.

  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Software scientifico open source: Octave** | **Open source scientific software: Octave** |
| Prof.ssa Linda Senigagliesi |
| **Programma**Octave:- Introduzione a Octave- Ottenere e installare Octave- Variabili, strutture e array di celle- Operazioni con variabili- Script- Istruzioni di controllo- Debugger- Lettura e scrittura di file- Funzioni definite dall'utente- Strumenti grafici- Valutazione di funzioni- Soluzione, integrazione ed ottimizzazione numerica- Esempi ed esercizi**Testi di riferimento****-** Jesper Schmidt Hansen, “GNU Octave Beginner's Guide”. | **Programme**Octave:- Introduction to Octave- Obtaining and installing Octave- Variables, structures and cell arrays- Operations with variables- Scripts- Control statements- Debugger- Reading and writing files- User defined functions- Plotting tools- Evaluation of functions- Numerical solution, integration and optimization- Examples and exercises**Reference books****-** Jesper Schmidt Hansen, “GNU Octave Beginner's Guide” |

|  |  |
| --- | --- |
| **La scrittura scientifica** | **How to write a scientific paper** |
| Prof. Gianluca Coccia |
| **Obiettivi formativi*** Apprendere l’importanza accademica di un articolo scientifico
* Realizzare un articolo scientifico ben scritto ed organizzato
* Conoscere il processo di revisione dei pari
* Scegliere la rivista più idonea per la pubblicazione
* Imparare a revisionare un articolo presentato a rivista
* Realizzare una presentazione o un poster

**Programma del corso**1) La scrittura scientifica2) Stesura di un articolo scientifico originale3) Invio di un articolo scientifico4) Revisione di un articolo scientifico soggetto a revisione dei pari5) Presentazione di lavori a conferenze scientifiche**Metodologia didattica**Il corso è svolto attraverso lezioni frontali, che prevedono esercitazioni attive e la revisione di abstract, stati dell’arte, presentazioni e poster. Il corso prevede una prova finale nella quale si chiede di realizzare un abstract e/o una presentazione e/o un poster, di tematica a scelta dello studente.**Testi di riferimento*** Matricciani, Emilio. La scrittura tecnico-scientifica. CEA, 2007.

Heard, Stephen B. The scientist's guide to writing. Princeton University Press, 2016. | **Aims*** Understand the academic relevance of a scientific paper
* Create a well-written and well-organized scientific paper
* Know the peer review process
* Select a proper journal for publication
* Learn how to revise a submitted paper
* Create a presentation or a poster

**Program**1) Scientific writing2) Writing of an original scientific paper3) Submission of a scientific paper4) Revision of a peer-reviewed scientific paper5) Presentation of works at scientific conferences**Methodology**During the course, practical classes will be held to learn how to write an abstract or a state of the art, or to create a presentation or a poster for a scientific conference. The course includes a final exam that requires the writing of an abstract or the realization of a presentation/poster.**Reference books*** Matricciani, Emilio. La scrittura tecnico-scientifica. CEA, 2007.

Heard, Stephen B. The scientist's guide to writing. Princeton University Press, 2016. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Probabilità e statistica** | **Probability and statistics** |
| Prof. Roberto Pierdicca |
| **Programma del corso**Modulo 1 – Teoria degli errori, grandezze e misure. In questo modulo vengono trattati i principali concetti legati alla misura, alla teoria degli errori, ai concetti di grandezza, tolleranza. Nelle scienze sperimentali, l’importanza dell’incertezza e l’impossibilità di ottenere valori che esulino da essa svolge un ruolo chiave. Verranno inoltre dati cenni relativi agli strumenti di misura, alla loro sensibilità e precisione.Modulo 2 – Eventi Aleatori e loro probabilità matematica. Principali definizioni (Laplace, Von Mises, Pearson).Teoria Assiomatica di Kolmogorov, principali teoremi della probabilità (Addizione, Prodotto, Probabilità composta (o congiunta)). Il caso delle distribuzioni discrete (Poisson). Il caso delle distribuzioni continue (Gauss), Teorema di Chebishev, Teoria di Bayes.Modulo 3 – Variabili aleatorie, stocastiche, casuali. Variabili casuali discrete e continue, parametri caratteristici di una distribuzione di probabilità, distribuzione normale di Gauss, popolazioni di misure possibili come variabili casuali normali, standardizzazione di una variabile normale e calcolo della densità di probabilità.Modulo 4 – Variabile statistica monodimensionale e statistica campionaria. Elaborazioni sulle distribuzioni unidimensionali, distribuzioni unidimensionali di frequenze, operazioni e accorgimenti nel calcolo delle frequenze relative e delle frequenze percentuali, Distribuzioni unidimensionali di quantità.. La distribuzione campionaria della media; gli errori di campionamento e loro misura per la stima di una media.Modulo 5 – Distribuzioni multidimensionali.Variabile statistica bidimensionale, frequenze vincolate, misura della dipendenza fra gli argomenti di una variabile statistica doppia. Indipendenza stocastica (i.s.) (1° caso limite), perfetta dipendenza (2° caso limite), teoria delle contingenze e indici di connessione del Bonferroni, teoria della regressione, teoria della correlazione. Metodi di classificazione (analisi dei gruppi= Cluster Analysis), analisi delle Componenti Principali (PCA).Modulo 6 – Inferenza Statistica o campionamento.I due problemi dell’inferenza statistica: stima dei parametri e verifica delle ipotesi. Stima dei parametri; stimatori e proprietà. Intervalli di confidenza per la media. Intervalli di confidenza per una percentuale. Verifica delle ipotesi: aspetti generali (tipi di ipotesi; zone di accettazione e di rifiuto; test unidirezionali e bidirezionali.Modulo 7 – Legge dei minimi quadrati, metodi di rimozione degli errori grossolani. Metodo dei minimi quadrati nel caso lineare, con osservazioni di diverso peso, con vincolo e minimi quadrati nel caso non lineare , procedimento di compensazione. Test sul sigma zero e ricerca outliers, test generale sulla varianza (effe di Fisher), test sul sigma zero (Chi quadrato) ricerca outlier (errore grossolano) | **Program**Module 1 – Bias theory, measurements and type of data. In this module will be discussed and explained the main principles of measuring, bias theory, errors (Blunders, Random, Bias), tolerance and thresholding. Especially in experimental sciences like engineering, unknown theory and the unavoidable use of uncertainty is essential. A small focus will be dedicated to the measuring instruments and tools and their tolerance w.r.t. to specific phenomena.Module 2 – Random Events and mathematical probability Basic Definitions (Laplace, Von Mises, Pearson); Kolmogorov theory, main probability theorems (Product, addition and compound probability); discrete and continuous distribution (Poisson vs Gaussian), Chebishev Theorem, Bayes Theory.Module 3 – Variables: aleatoric, stochastic, random. Random variables continuous and discrete, main parameters for describing a probability distribution function, Gaussian (Normal) distribution. Application to the domain of measurements as random variables, the process of the standardization of a random variables and computation of a probability distribution function.Module 4 – Monodimensional statistical variable, sample statistics. Computation of the main indicators for a statistical random variable, distribution and frequency indicators, relative and absolute frequency and percentage of probability for a standardized variable. Mean, Median, Trend, Quartiles and Quantiles harmonic and quadratic mean, geometric vs arithmetic mean. Sample mean difference between Mean Quadratic Error and Tolerance. Population and Samples. Modulo 5 – Multidimensional Distributions. Bidimensional sample variables, constrained frequencies, comparison and mutual dependencies, stochastic independence (i.s.), contingencies and Bonferroni indexes. Regression and correlation Theories, Classification methods (i.e. Cluster Analysis and Principal Component Analysis (PCA)). Propagation of uncertainty, variance and co-variance, Reciprocal Normal Distribution, Linear and Non linear with simplification.Modulo 6 – Inference and Sampling The main problems of statistical inference: parameters estimation and hypothesis validation. Estimators and their properties. Confidence in terms of mean and percentage values. One sided and bi-sided test, validation of the null hypothesis. Modulo 7 – Least square method and outlayers removal.Linear and non linear case, weighted variables. Bundle adjustment for the compensation. Sigma zero and outlayer removal, variance test (F - Fisher), sigma zero test (Chi square), outlier (gross errors). |

|  |  |
| --- | --- |
| **Teoria delle biforcazioni** | **Bifurcations’ theory** |
| Prof. Pierpaolo Belardinelli |
| **Obiettivi formativi**Il corso si propone di introdurre lo studente alla teoria delle biforcazioni, che studia come variano qualitativamente (e anche quantitativamente) i comportamenti dei sistemi ingegneristici al variare dei parametri. Lo studente conoscerà le principali biforcazioni locali, con le loro caratteristiche e proprietà, e imparerà a riconoscerle nei sistemi ingegneristici, sia utilizzando strumenti analitici che numerici.**Programma del corso**1. Introduzione e richiami di teoria dei sistemi dinamici
2. Biforcazione di punti di equilibrio in sistemi a tempo continuo
3. Biforcazione di soluzioni periodiche in sistemi a tempo continuo (e di punti fissi in sistemi a tempo discreto)
4. Diagrammi di biforcazione
5. Esercitazioni

**Metodologia didattica**Il corso si svolgerà mediante lezioni frontali, nelle quali gli studenti apprenderanno le principali nozioni, ed esercitazioni, nelle quali si applicheranno a casi pratici i concetti appresi. È consigliato l’uso del proprio laptop per le esercitazioni che richiedono l’uso di software. | **Aims**The course is aimed at introducing the student to the bifurcation theory, which is concerned with the study of the qualitative (as well as quantitave) changes in engineering systems by varying the parameters.The student will learn the main local bifurcations, with their peculiarities and properties, and will learn how to recognize them in engineering system, by using analytical as well as numerical tools.**Program**1. Introduction and reminder on dynamical systems
2. Bifurcation of equilibrium points of continuous time systems
3. Bifurcation of periodic solutions of continuous time systems (and of fixed points of discrete time systems)
4. Bifurcation diagrams
5. Exercises and guided works

**Methodology**The course methodology consists of lectures and exercises. In the former the main concepts will be introduced, and they will be applied to practical case in the latter.It is recommended the use of its own laptop for the exercises requiring numerical simulations. |
| **Metodi numerici per applicazioni di trasmissione del calore**  | **Numerical Heat Transfer for Applications** |
| Prof. Valerio D’Alessandro |
| **Obiettivi formativi**Lo scopo di questo corso è quello di fornire alcune indicazioni sulla soluzione numerica di problemi di trasmissione del calore di interesse ingegneristico.Verranno discusse diverse tecniche di approssimazione numerica, da considerare accettabili e appropriate per risolvere un'ampia gamma di problemi pratici. Attraverso esercitazioni in classe verranno anche sviluppati codici Matlab/Octave per risolvere problemi specifici. La libreria OpenFOAM viene utilizzata come formato di I/O per l’applicazioni riguardanti il metodo ai volumi finiti.**Programma del corso**1. Richiami di Trasmissione del Calore. Equazione generale della conduzione termica. Bio-heat transfer. Interazione fototermica in tessuti biologici. Superfici alettate. Generazione di calore di natura elettrochimica. Metodi a parametri concentrati.2. Metodi numerici in trasmissione del calore. Introduzione al metodi alle differenze finite per la conduzione termica stazionaria: superfici alettate. Metodo ai volumi finiti per l’equazione di Laplace. Griglie di calcolo non strutturate, informazioni topologiche. Parametri geometrici delle griglie. Formato di griglia OpenFOAM. Tecniche di integrazione temporale implicite ed esplicite. Soluzione ai volumi finiti dell’equazione di Fourier. Introduzione alle tecniche computazionali per la soluzione dei sistemi lineari. Metodi di Jacobi e Gauss-Siedel. Algoritmo di Thomas per matrici tri-diagonali. Metodi del gradiente coniugato e bi-coniugato. Precondizionamento (cenni).3. Applicazioni. Modello termico di un dissipatore per componenti elettronici di potenza. Bio-heat transfer in uno strato di pelle umana sottoposta a riscaldamento laser; modello termico di una cella fotovoltaica (cenni).**Metodologia didattica**Il corso si svolgerà mediante lezioni frontali sia teoriche che pratiche.Nello specifico le nozioni teoriche trattate durante le lezioni saranno utilizzate per la realizzazione di codici Matlab/Octave per la soluzione di problemi di trasmissione del calore.È fondamentale l’uso del proprio laptop per le esercitazioni pratiche. | **Aims**The aim of this course deal with is to provide some guidance in the numerical solution of heat transfer problems of practical engineering interest. Different numerical approximations will be discussed, to be considered acceptable and appropriate for solving a wide range of practical problems. Through class exercises will be also developed codes in MATLAB/Octave environment in order to solve the several problems. OpenFOAM library is adopted as reference for I/O format for finite volume applications.**Program**1. Basics of heat transfer. Heat conduction equation. Extended surfaces. Bio–heat transfer. Laser heating of a biological tissue. Li–Ion battery thermal modeling. Lumped parameters modeling.2. Numerical methods in heat transfer. Introduction to finite difference for steady state heat conduction: extended surfaces. Finite volume methods for Laplace equation. Unstructured grids, topological information. Grid geometric quantities. OpenFOAM grid format. Explicit and implicit time integration strategies. Finite volume solution of Fourier equation. Introduction to linear systems computational solution techniques. Jacobi and Gauss-Siedel methods. Tri–diagonal matrix algorithm (Thomas algorithm). Preconditioned conjugate and bi–conjugate gradient methods (hints).3. Applications: thermal modelling of extended surfaces for power electronic applications; bio–heat transfer in skin layer under laser heating; photovoltaic cells thermal modelling in a nutshell.**Methodology**The course methodology consists of lectures and exercises. Specifically, theoretical concepts treated during lessons will be used to develop Matlab/Octave codes for heat transfer problems solutions. It is highly recommended the use of its own laptop for the exercises requiring numerical simulations. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Fondamenti di Ingegneria Geomatica** | **Advances in Geomatics Engineering**  |
| Prof.ssa Eva Savina Malinverni  |
| **Obiettivi formativi** Conoscere e saper gestire una grande varietà di dati Geospaziali. Conoscere i principali strumenti di acquisizione dati telerilevati, siano essi prossimali o remoti. Permettere ai partecipanti di acquisire conoscenze in merito al processamento di dati geospaziali, analisi spazio temporali, e la loro interpretazione semi-supervisionata. **Contenuti**Sistemi di rappresentazione del dato geospaziale, e loro posizionamento terrestre con sistemi di geoprocessing e analisi multivariate.Metodi e tecnologie di Remote e Proximal sensing, dalla acquisizione del dato geospaziale (2D/3D) al suo processamento Metodi di modellazione del dato geospaziale e strumenti di analisi, ivi compresa l’interpretazione del dato tramite metodi di Machine e Deep LearningMetodi e strumenti avanzati di visualizzazione del dato Geospaziale con la Realtà Estesa.Esempi di casi applicativi in diversi ambiti di ricerca (Patrimonio Costruito, Infrastrutture, Smart Cities, Monitoraggio Ambientale, Patrimonio Archeologico).**Metolologia**Il corso verrà svolto tramite lezioni frontali, alle quali contenuti teorici verranno affiancati da esempi pratici in applicazioni ingegneristiche in cui il dato 2D/3D è necessario per la comprensione e rappresentazione dei fenomeni. Gli studenti verranno anche coinvolti in esercitazioni pratiche sia sul dato prossimale (terrestre) che remoto (satellitare). | **Aims**Knowledge and management of Big Data in the field of Geospatial sciencesKnowledge of the main principles, acquisition tools and techniques of geospatial data, being both Proximally and Remotely collected.Allowing the students to get the basic principles about geospatial data processing, spatio-temporal analysis, semi-supervised interpretation and classification.**Topics**Representation systems of geospatial data, terrestrial positioning with geoprocessing tools and multivariate analysis.Methods and techniques of proximal and remote sensing, from data acquisition (2D/3D) to processingModelling methods and analysis tools, even with Machine and Deep Learning techniquesAdvanced tools of data visualization considering GIS and eXtended Realities.Practical examples in different research fields (Built Heritage, Infrastructures, Smart Cities, Environemntal Monitoring, Archaeological and Cultural Heritage).**Methodology**The course will be based on frontal lessons, with both theoretical and practical contents, with a focus on engineering fields where 2D/3D data are essential for understanding phenomena. Students will be involved with practical exercises with real acquisition with terrestrial and satellite data.  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Ottimizzazione di sistemi eco-sostenibili** | **Eco-sustainable systems optimization** |
| Prof.ssa Ornella Pisacane |
| **Obiettivi formativi:** Fornire gli strumenti teorici e di modellazione matematica, insieme a tecniche di ottimizzazione, per affrontare diversi problemi decisionali in contesti in cui è necessario gestire risorse che usano fonti di energie rinnovabili o, comunque, ecosostenibili. **Programma:** * ottimizzazione del trasporto eco-sostenibile:
	+ il problema del commesso viaggiatore;
	+ problemi di instradamento di veicoli;
	+ problemi di instradamento di flotte green;
	+ il problema dell’allocazione delle colonnine elettriche;
	+ il problema della riallocazione di auto elettriche in sistemi di car-sharing;
	+ il problema dell’allocazione della domanda degli utenti in sistemi di ride-sharing.
* ottimizzazione di sistemi energetici:
	+ il problema della programmazione della produzione dell’energia elettrica e di una micro-rete
	+ il problema della riallocazione delle risorse energetiche (anche rinnovabili) in smart building, ad esempio, condomini.

**Metodologia didattica**: Il corso è svolto attraverso lezioni frontali. In alcune lezioni, saranno svolte esercitazioni al calcolatore. | **Aims**: Providing both theoretical and mathematical modelling tools, together with the main optimization techniques, to properly address several decisional problems occurring in contexts in which it is needed to manage resources using renewable or otherwise environmentally sustainable energy sources.**Program**: * optimization of the eco-sustainable transport:
	+ the travelling salesman problem;
	+ the vehicle routing problems;
	+ the green vehicle routing problems;
	+ the problem of allocating recharging stations;
	+ the problem of reallocating electric vehicles in car-sharing systems;
	+ the problem of allocating users’ requests in ride-sharing systems.
* optimization of the energy systems:
	+ the problem of planning the electric energy production and of a micro-grid;
	+ the problem of allocating the energy resources (also renewable) in smart building, e.g., condominium.

**Methodology:**The course will be developed through lessons. In some lessons, exercises will be carried out on a PC. |