**AA-2022/23**

**CORSI per DOTTORATO DI RICERCA**

**offerti dalla SCUOLA DI DOTTORATO IN SCIENZE DELL’INGEGNERIA**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **N.** | **COURSE** | **DOCENTE** | **LINK al sito** |
| 1 | Technology Transfer and Innovation | Donato Iacobucci | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=18388> |
| 2 | Design of research: European Projects | Nicola Paone | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=18389> |
| 3 | Tools and methods for process representation and management | Ferruccio Mandorli | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=18390> |
| 4 | Project management techniques | Filippo Ciarapica | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=18391> |
| 5 | Virtual instruments (LabView) for monitoring and management of industrial systems | Milena Martarelli | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=18392> |
| 6 | Advanced virtual instruments (Labview - Matlab) for simulation and control of complex systems | David Scaradozzi | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=18393> |
| 7 | Cultural landscapes. . A methodological approach to evaluation, protection and conservation of Heritage | Antonello Alici | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=18394> |
| 8 | Mathematical programming and graph theory | Fabrizio Marinelli | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=18395> |
| 9 | Electron microscopy techniques and microanalysis | Paolo Mengucci | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=18396> |
| 10 | Discretization of differential equations for computational mechanics | Alessandra Nigro | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=18397> |
| 11 | Water waves for the nearshore dynamics | Maurizio Brocchini | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=18398> |
| 12 | Open Sourse scientific software: Octave | Marco Baldi | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=18399> |
| 13 | How to Write a Scientific Paper | Gianluca Coccia | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=18400> |
| 14 | Probability and statistics | Roberto Pierdicca | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=18401> |
| 15 | Bifurcations’ theory | Stefano Lenci | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=18402> |
| 16 | Numerical Heat Transfer for Applications | Valerio D'Alessandro | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=18403> |
| 17 | Escaping Complexity in Production and Management through Cybernetics 4.0 | Massimiliano Pirani | <https://learn.univpm.it/course/view.php?id=18404> |
| 18 | Advances in Geomatics Engineering | Eva Savina Malinverni | https://learn.univpm.it/course/view.php?id=18486 |
| 19 | OPEN SOURCE SCIENTIFIC SOFTWARE: LATEX | Riccardo (Jack) Lucchetti, e docenti di Economia |  |

**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. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Metodi e strumenti di rappresentazione e gestione di processi** | **Tools and methods for process representation and management** |
| Prof. Ferruccio Mandorli | |
| **Strumenti formali per la rappresentazione dei processi**:  diagrammi IDEF0 e loro impiego per la rappresentazione AS-IS e TO-BE dei processi; diagrammi IDEF3 per la descrizione delle sequenze di attività che compongono un processo; diagrammi Gantt per la pianificazione temporale delle attività e l’allocazione delle risorse.  **Strumenti per la gestione dei processi:** introduzione a Microsoft Project; concetti di base, definizione del piano temporale delle attività, assegnazione delle risorse, verifica di congruità temporale delle attività.  **Strumenti per l’elaborazione dei dati:** Impiego avanzato di Excel; funzioni avanzate di ricerca e selezione; filtri; uso delle tabelle pivot; uso del risolutore; uso dell’ambiente di sviluppo per la creazione di macro, l’impiego di moduli e controllo ActiveX, cenni di VBA.  **Strumenti per l’archiviazione, la ricerca e la presentazione dei dati:** cenni sull’uso di MS Access e MS Visio. | **Formal tools for process representation:**  definition of IDEF0 diagrams and their use for the AS-IS and TO-BE representation of processes; definition of IDEF3 diagrams for the representation of sequences of tasks; definition of Gantt diagrams for task planning and resources allocation.  **Process management tools:** introduction to Microsoft Project; basic concepts; definition of the tasks planning; resources allocation; assessment of the scheduling of the tasks.  **Data elaboration tools:** advanced use of Excel; advanced query and selection functions; advanced filters; pivot tables; how to use the solver; introduction to the VBA framework for macro development and use of ActiveX controls.  **Tools for data storing, query and presentation:** brief introduction toMS Access and MS Visio. |

|  |  |
| --- | --- |
| **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 | |
| * Orientamento generale alla programmazione G * Correzione dei programmi e soluzione dei problemi * Implementazione di uno strumento virtuale * Applicazioni modulari * Arrays * Risorse hardware e software * Acquisizione dati * Flusso dei dati | * General approach to G programming * Throubleshooting and debug * Implementation of a virtual instrument * Development of modular applications * Arrays * Hardware e software resources * Data Acquisition * Data Flow |

|  |  |
| --- | --- |
| **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 | |
| * Auto-index, clusters e definizione di tipo * File I/O * Macchine di stati * Flusso di dati con variabili * Comunicazione asincrona * Design pattern * Interfaccia utente * Ottimizzazione di un VI * Sistemi LabVIEW RealTime * Progetto di un sistema di controllo * Simulazione di un sistema complesso | * Auto-index, clusters e type definition * File I/O * State machines * Data flow with variables * Asynch communication * Design pattern * User interface * VI optimization * LabVIEW RealTime * Design of a control system * 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 studies  Fragility of cultural heritage: case studies  The role of public institutions and citizens: Unesco, European Union, English Heritage, Mibact, Italia Nostra  Strategies 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** |  |
| Paolo Mengucci | |
| 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 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Discretizzazione delle equazioni alle derivate parziali per la meccanica computazionale** | **Discretization of partial differential equations for computational mechanics** |
| Prof.sa Alessandra Nigro | |
| **Programma**   * Classificazione delle equazioni differenziali * Proprietà fondamentali degli schemi numerici per la discretizzazione delle equazioni differenziali alle derivate parziali: consistenza, stabilità e convergenza * Integrazione nel tempo con metodologie esplicite e implicite * L’equazione modificata * Errori di dispersione e dissipazione * Ordine di accuratezza di uno schema numerico * Il metodo alle differenze finite * Il metodo ai volumi finiti * Il metodo agli elementi finiti * Cenni sul metodo agli elementi finiti discontinui di Galerkin | **Programme**   * Classification of Partial Differential Equations (PDE) * Main proprieties of the discretization schemes for PDE: consistency, stability and convergence * Time integration with explicit and implicit schemes * The modified equation * Dissipative and dispersion errors * Order of accuracy of a numerical scheme * The Finite Difference Method (FDM) * The Finite Volume Method (FVM) * The Finite Element Method (FEM) * Hints about the Discontinuous Galerkin finite element Method (DGM) |

|  |  |
| --- | --- |
| **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. Marco Baldi | |
| **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 scientifica  2) Stesura di un articolo scientifico originale  3) Invio di un articolo scientifico  4) Revisione di un articolo scientifico soggetto a revisione dei pari  5) 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 writing  2) Writing of an original scientific paper  3) Submission of a scientific paper  4) Revision of a peer-reviewed scientific paper  5) 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. Stefano Lenci | |
| **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.  **Programma del corso**  1. Richiami di Trasmissione del Calore. Equazione generale della conduzione termica. Bio-heat transfer: modelli di Pennes and Wullf. Conduzione termica in presenza di effetto Joule e forzanti esterne. Generazione di calore di natura elettrochimica. Metodi a parametri concentrati.  2. Discretizzazione dell’equazione della conduzione. Introduzione al metodi alle differenze ed ai volumi finiti. Tecniche di integrazione temporale implicite ed esplicite. Introduzione alle tecniche computazionali per la soluzione dei sistemi lineari.  3. Applicazioni. Modello termico di un dissipatore per componenti elettronici di potenza; modellazione termica di celle Li-Ion. Bio-heat transfer in uno strato di pelle umana sottoposta a riscaldamento laser; modello termico di una cella fotovoltaica.  **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 fortemente consigliato 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 advanced 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  the code in Matlab/Octave environment in order to solve the specific problem. Of equal importance is the manner in which results are interpreted.  **Program**  1. Basics of heat transfer. Mathematical description of heat transfer. Heat conduction  equation. Bio–heat transfer: Pennes and Wulff models. Heat conduction equation in presence of Joule heating and external forcing terms.  Electrochemical heat generation. Lumped parameters modeling.  2. Discretization of heat conduction equation. Introduction to finite difference and finite volume methods. Explicit and implicit time integration schemes. Introduction to linear systems computational solution techniques.  3. Applications: thermal modeling of an heat sink for power electronic applications; Li–Ion battery thermal modeling; bio–heat transfer in skin layer under laser heating; photovoltaic cells thermal modelling.  **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 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Sfuggire alla complessità nella produzione e nella gestione attraverso la cibernetica 4.0** | **Escaping Complexity in Production and Management through Cybernetics 4.0** |
| Prof. Massimiliano Pirani | |
| **Obiettivi formativi**  Il corso ha l'obiettivo interdisciplinare di presentare un approccio innovativo per il miglioramento continuo del processo decisionale rapido per la gestione di situazioni complesse, in processi produttivi di natura generale.  I partecipanti saranno innanzitutto introdotti ai temi della complessità e della teoria generale dei sistemi. In un secondo momento si procederà alla contestualizzazione e al richiamo del concetto di cibernetica moderna. Con queste premesse, una metodologia originale nota come Holonic Management Tree sarà utilizzata per introdurre un esempio di tecnica che si attiene alle nuove visioni della cibernetica, influenzate dalle pressanti esigenze e dai requisiti dell'Industria 4.0 e oltre.  L'obiettivo generale è quello di far conoscere agli studenti la tecnica e la visione che ne sta alla base, al fine di fornire loro uno strumento possibilmente utile per la loro futura ricerca e pratica tecnologica.  Una verifica finale consisterà nella discussione critica degli sviluppi che gli studenti otterranno attraverso l'esercizio sulla tecnica.  **Programma del corso**   * Complessità, teoria ed ingegneria dei sistemi. * Ricerca cibernetica, nuove tendenze e stato dell'arte. * Sistemi, gerarchie, reti, controllo distribuito e definizione di olone e olarchia. * Cibernetica come costruttivismo pragmatico: introduzione ai sistemi olonici per il miglioramento continuo delle produzioni nei processi industriali, ingegneristici e gestionali. * Introduzione alla tecnica HMT (holonic management tree technique). * Esempi su casi di studio selezionati. * Primi esercizi pratici sulla HMT. * Futuro della HMT e direzioni di ricerca.   **Metodologia didattica**  Il corso è suddiviso in lezioni teoriche ed esercitazioni pratiche e sessioni di formazione che permetteranno ai partecipanti di applicare, valutare e provare la tecnica dello Holonic Management Tree su un caso d'uso di loro interesse. Gli studenti saranno guidati nella scelta da almeno due esempi applicativi della metodologia in due casi d'uso rilevanti dei progetti H2020 dell'UE, ENCORE (g.a. 820434) ed ENOUGH (g.a. 101036588). | **Aims**  The course has the interdisciplinary objective of presenting an innovative approach for the continuous improvement of rapid decision-making for the management of complex situations in general production processes.  Participants will first be introduced to the topics of complexity and general systems theory. In a second step, the concept of modern cybernetics will be contextualised and recalled. With this in mind, an original methodology known as the Holonic Management Tree will be used to introduce an example of a technique that adheres to the new visions of cybernetics, influenced by the pressing needs and requirements of Industry 4.0 and beyond.  The overall objective is to familiarise students with the technique and the vision behind it, in order to provide them with a possibly useful tool for their future technological research and practice.  A final assessment will consist of a critical discussion of the developments the students achieve through the technique exercise.  **Program**   * Complexity, systems theory and engineering * Cybernetics research, new trends and state of the art. * Systems, hierarchies, networks, distributed control and the definition of holon and holarchy. * Cybernetics as pragmatic constructivism: introduction to holonic systems for the continuous improvement of productions in industrial, engineering, and management processes. * Introduction to HMT (holonic management tree technique). * Examples on selected case studies. * First practical exercises on HMT. * Future of HMT and research directions.   **Methodology**  The course is divided into theoretical lectures and practical exercises and training sessions that will enable participants to apply, evaluate and test the Holonic Management Tree technique on a use case of their interest. Students will be guided in their choice by at least two application examples of the methodology in two relevant use cases from EU H2020 projects, ENCORE (g.a. 820434) and ENOUGH (g.a. 101036588). |

|  |  |
| --- | --- |
| **Fondamenti di Ingegneria Geomatica** | **Advances in Geomatics Engineering** |
| Prof. 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 Learning  Metodi 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 sciences  Knowledge 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 processing  Modelling methods and analysis tools, even with Machine and Deep Learning techniques  Advanced 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. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Software scientifico open source: Latex** | **Open source scientific software: Latex** |
| Coordinato dal Prof. Riccardo (Jack) Lucchetti  Nell’ambito dell’offerta didattica di Economia | |
| **Programma**  LaTeX:  - Concetti preliminari  - Formule  - Tabelle  - Bibliografie (BibTeX)  - Presentazioni e poster (beamer)  - Grafici  **Testi di riferimento**  **-** Tobias Oetiker et al, “The Not So Short Introduction to LATEX 2ε Or LATEX 2ε in 157 minutes”: disponibile a https://tobi.oetiker.ch/lshort/lshort.pdf | **Programme**  LaTeX:  - Preliminaries  - Mathematics  - Tables  - Bibliographies (BibTeX)  - Presentations and posters (beamer)  - Graphics  **Reference books**  **-** Tobias Oetiker et al, “The Not So Short Introduction to LATEX 2ε Or LATEX 2ε in 157 minutes”: available at https://tobi.oetiker.ch/lshort/lshort.pdf |