

Corso di Laurea in Robotics and Automation Engineering

Manifesto degli Studi

Anno Accademico 2023-2024

*Approvato dal Consiglio di Corso di Studi Magistrale in Robotics and Automation Engineering in data 27
Gennaio 2023*

| | |
|---|---|
| Denominazione del Corso di Studio | Robotics and Automation Engineering |
| Denominazione in inglese del Corso di Studio | Robotics and Automation Engineering |
| Anno Accademico | 2023-24 |
| Classe di Corso di Studio | LM-25 |
| Dipartimento | DIMES |
| Coordinatore/referente del Corso di Studio | Prof. Domenico Famularo |
| Sito web | www.dimes.unical.it |

Contenuti del Manifesto degli Studi

OFFERTA DIDATTICA PROGRAMMATA - COORTE A.A.2023/2024

1. Corso di studi in breve.

The Master's Degree Course in Robotics and Automation Engineering focuses with the instruction of Engineers with specific skills on intelligent autonomous systems, autonomous and cognitive robotics and cyber-physical systems.

The course provides an adequate background both on the methodological principles of the Automation theory (Feedback Control Theory, Optimization, Estimation and Filtering) and on the practical/technological aspects of industrial and information engineering frameworks (robotics and

mechatronics, computer science and principles of real-time programming for automation systems, control of networked systems, intelligent learning, localization and autonomous driving) as a cultural background supplement of the Engineer in Robotics and Automation.

The course belongs to the Information Engineering degree class but, compared to other job roles coming from this field, the Robotics and Automation Engineer has a wide range of knowledge related also to Robotics and Industrial Engineering.

The course main aims are then to train an Engineer with a technical-scientific profile focused both on the information methodologies and on the most advanced techniques related to autonomous and Human-in-the-loop Robotics for advanced applications.

The Robotics and Automation Engineer is therefore endowed with a strong interdisciplinary vision (capability to merge all the necessary methodologies/technical aspects related to a given task) and is flexible enough to adapt to changed working conditions following scientific and technical/industrial advancements. These features allow the Robotics and Automation Engineer to join and / or to lead, on the basis of experience gained, the design and management phases of an entire automation system and to provide high-skilled technical advice on the planning and operational management.

The study programme includes two curricula: *Intelligent Autonomous Systems* and *Cyber-Physical Systems*.

The *Intelligent Autonomous Systems* Curriculum focus on the design and supervision of intelligent units that can be used in the industrial and civil sectors to give to the Robotics and Automation Engineer the necessary methodological and technological skills. In particular, autonomous vehicles (platoon- or single-based units) performing tasks in potentially dangerous environments are analyzed with the aim of integrating control, computation and communication capabilities.

The *Cyber-Physical Systems* Curriculum aims instead to give to a Robotics and Automation Engineer significant skills in modeling, supervision and control of the so-called Cyber-Physical Systems (CPS) which represent paradigms where sensor networks are combined in a tightly integrated fashion with actuators, local and / or geographic networks (Internet) for data transmission, distributed data processing, control actions computation and plants consisting of interconnected and geographically distributed systems.

- 2. Piano di studio ufficiale per studenti impegnati a tempo pieno.**
L'elenco delle attività formative offerte segue lo schema:

Indirizzo Intelligent Autonomous Systems

| Anno | Semestre | Insegnamento | Attività formativa | Ambito | Settore Scientifico Disciplinare | CFU |
|------|----------|--|--------------------|---|----------------------------------|-----|
| 1 | I | DYNAMICAL SYSTEMS THEORY | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-INF/04 | 9 |
| 1 | I | INDUSTRIAL AUTOMATION AND OPTIMAL CONTROL - MODULE 1 - INDUSTRIAL AUTOMATION | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-INF/04 | 6 |
| 1 | I | VEHICLE DYNAMICS | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-IND/13 | 6 |
| 1 | I | OPTIMIZATION METHODS FOR CONTROL THEORY | Affine | Attività Formative Affini o integrative | MAT/09 | 6 |
| 1 | I | TRAINEESHIP | | Ulteriori Attività Formative | | 3 |
| 1 | II | INDUSTRIAL AUTOMATION AND OPTIMAL CONTROL - MODULE 2 - OPTIMAL CONTROL | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-INF/04 | 6 |
| 1 | II | CYBER-PHYSICAL SYSTEMS | Affine | Attività Formative Affini o integrative | ING-INF/05 | 6 |
| 1 | II | FILTERING AND IDENTIFICATION OF DYNAMICAL SYSTEMS | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-INF/04 | 6 |
| 1 | II | EMBEDDED SYSTEMS PROGRAMMING | Affine | Attività Formative Affini o integrative | ING-INF/05 | 9 |
| 2 | I | AUTONOMOUS MULTI-AGENT CONTROL SYSTEMS | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-INF/04 | 6 |
| 2 | I | VEHICLES CONTROL - MODULE 1: MODEL BASED CONTROL SCHEMES | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-INF/04 | 6 |
| 2 | I | VEHICLES CONTROL- MODULE 2: AUTONOMOUS DRIVING VEHICLE MODELS | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-INF/04 | 3 |
| 2 | I | MOBILE ROBOTICS - MODULE 1 : AUTONOMOUS ROBOTICS | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-INF/04 | 6 |
| 2 | I | MOBILE ROBOTICS - MODULE 2 : COGNITIVE ROBOTICS | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-INF/04 | 3 |
| 2 | I | FREE CREDITS | | A scelta dello studente | | 6 |
| 2 | II | INTELLIGENT SYSTEMS FOR ROBOTICS | Affine | Attività Formative Affini o integrative | ING-INF/05 | 6 |
| 2 | II | FREE CREDITS | | A scelta dello studente | | 6 |
| 2 | II | FINAL DISSERTATION | | | | 21 |

Indirizzo Sistemi Cyber-Fisici

| Anno | Semestre | Insegnamento | Attività formativa | Ambito | Settore Scientifico Disciplinare | CFU |
|------|----------|--|--------------------|---|----------------------------------|-----|
| 1 | I | DYNAMICAL SYSTEMS THEORY | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-INF/04 | 9 |
| 1 | I | INDUSTRIAL AUTOMATION AND OPTIMAL CONTROL – MODULE 1 – INDUSTRIAL AUTOMATION | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-INF/04 | 6 |
| 1 | I | VEHICLE DYNAMICS | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-IND/13 | 6 |
| 1 | I | OPTIMIZATION METHODS FOR CONTROL THEORY | Affine | Attività Formative Affini o integrative | MAT/09 | 6 |
| 1 | I | TRAINEESHIP | | Ulteriori Attività Formative | | 3 |
| 1 | II | INDUSTRIAL AUTOMATION AND OPTIMAL CONTROL – MODULE 2 – OPTIMAL CONTROL | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-INF/04 | 6 |
| 1 | II | CYBER-PHYSICAL SYSTEMS | Affine | Attività Formative Affini o integrative | ING-INF/05 | 6 |
| 1 | II | FILTERING AND IDENTIFICATION OF DYNAMICAL SYSTEMS | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-INF/04 | 6 |
| 1 | II | EMBEDDED SYSTEMS PROGRAMMING | Affine | Attività Formative Affini o integrative | ING-INF/05 | 9 |
| 2 | I | AUTONOMOUS MULTI-AGENT CONTROL SYSTEMS | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-INF/04 | 6 |
| 2 | I | VEHICLES CONTROL - MODULE 1: MODEL BASED CONTROL SCHEMES | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-INF/04 | 6 |
| 2 | I | VEHICLES CONTROL - MODULE 2: AUTONOMOUS DRIVING VEHICLE MODELS | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-INF/04 | 3 |
| 2 | I | PROGRAMMAZIONE DEI SISTEMI TEMPO-REALE E DISTRIBUITI | Affine | Attività Formative Affini o integrative | ING-INF/05 | 6 |
| 2 | I | CREDITI A SCELTA | | A scelta dello studente | | 6 |
| 2 | II | LABORATORIO DI MECCATRONICA E ROBOTICA MOBILE | Caratterizzante | Ingegneria dell'Automazione | ING-INF/04 | 9 |
| 2 | II | CREDITI A SCELTA | | A scelta dello studente | | 6 |
| 2 | II | PROVA FINALE | | | | 21 |

Insegnamenti a Scelta dello Studente Consigliati

| Anno | Semestre | Insegnamento | Attività formativa | Ambito | Settore Scientifico Disciplinare | CFU |
|------|----------|--|--------------------|-------------------------|----------------------------------|-----|
| 2 | I | POSITIONING SYSTEMS | Altre Attività | A scelta dello studente | ING-INF/04 | 6 |
| 2 | I | MECCATRONICA (CdLM in Ingegneria Meccanica) | Altre Attività | A scelta dello studente | ING-IND/13 | 6 |
| 2 | I | MOBILE ROBOTICS (Mutuato da MOBILE ROBOTICS - Module 1: Autonomous Robotics - percorso INTELLIGENT AUTONOMOUS SYSTEMS) | Altre Attività | A scelta dello studente | ING-INF/04 | 6 |
| 2 | II | UNDERWATER ROBOTICS | Altre Attività | A scelta dello studente | ING-INF/04 | 6 |
| 2 | II | INTELLIGENT SYSTEMS FOR ROBOTICS * | Altre Attività | A scelta dello studente | ING-IND/05 | 6 |

| | | | | | | |
|---|----|--|-----------------|-------------------------|------------|---|
| 2 | II | SMART-GRID E SISTEMI DI DISTRIBUZIONE E UTILIZZAZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA (CdLM in Ingegneria Energetica) | Altre Attività' | A scelta dello studente | ING-IND/33 | 6 |
|---|----|--|-----------------|-------------------------|------------|---|

* Consigliato per il percorso SISTEMI CYBER-FISICI (*Mutuato dal percorso INTELLIGENT AUTONOMOUS SYSTEMS*)

3. Declaratorie delle singole attività formative:

Al link seguente <http://www.unical.it/portale/didattica/offerta/catalogo/> sono disponibili tutte le informazioni relative agli obiettivi formativi in termini di competenze specifiche e trasversali dei singoli insegnamenti

| | |
|------------------------------------|---|
| Denominazione insegnamento | Dynamical Systems Theory |
| SSD | ING-INF/04 |
| CFU | 9 |
| Obiettivi formativi | <p>L'insegnamento si propone di fornire agli studenti le seguenti conoscenze, competenze e abilità trasversali:</p> <ul style="list-style-type: none">• Comprendere i concetti e la terminologia della Teoria dei Sistemi Dinamici• Saper determinare i modelli matematici dei sistemi dinamici e conoscerne le loro rappresentazioni e proprietà.• Saper riconoscere i limiti di validità della modellazione matematica utilizzata.• Saper valutare il comportamento dei sistemi e delle loro variabili rilevanti, sia nel tempo che nella frequenza.• Saper analizzare le caratteristiche di stabilità dei sistemi dinamici (stabilità alla Lyapunov, interna ed esterna).• Saper analizzare le proprietà strutturali ingresso/stato e stato/uscita dei sistemi dinamici e conoscere il loro legame con il posizionamento di attuatori e sensori• Saper progettare un regolatore modale ed un osservatore asintotico.• Saper operare con Matlab/Simulink per l'analisi, sintesi e simulazione dei sistemi dinamici.• Saper risolvere in modo autonomo un progetto di controllo dei veicoli e scrivere una relazione tecnica per comunicare in modo professionale e conciso l'esperienza svolta. <p>The course aims to provide the following knowledge and skills:</p> <ul style="list-style-type: none">• Understanding the concepts and terminology of Dynamical Systems Theory;• Knowing how to determine the mathematical models of dynamic systems, their representations and properties;• Recognizing the limits of validity of theoretical concepts used;• Knowing how to evaluate the behavior of systems and their relevant variables, both in time and in frequency;• Knowing how to analyze the stability characteristics of dynamic systems (Lyapunov stability, internal and external);• Knowing how to analyze the structural input / state and state / output dynamic systems and know their connection with the placement of actuators and sensors;• Being able to design a regulator and a modal asymptotic observer;• Knowing how to work with Matlab/Simulink for the analysis, synthesis and simulation of dynamical systems;• Knowing how to work with Matlab/Simulink for the analysis, synthesis and simulation of dynamical systems;• Knowing how to autonomously solve an industrial/ambiental Modeling and control problem and write a technical report to communicate the experience gained in a concise and professional way. |
| Propedeuticità/prerequisiti | Nessuna |

| | |
|--|---|
| Denominazione insegnamento | Industrial Automation and Optimal Control – Module 1 – Industrial Automation |
| SSD | ING-INF/04 |
| CFU | 6 |
| Obiettivi formativi | <p>Competenze da acquisire:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacità a classificare ed individuare gli elementi costituenti di un sistema per l'automazione Industriale • abilità ad impostare la pianificazione di traiettorie sia nello spazio operativo che nello spazio degli attuatori. • abilità ad impostare leggi di controllo ad eventi per l'esecuzione di predefiniti "task" • abilità ad implementare "task" mediante un linguaggio di programmazione per PLC <p>Skills to be acquired:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ability to classify and identify the constituent elements of a system for the Industrial Automation • ability to set the trajectory planning in both space . • ability to set rules to control events for the execution of pre-defined "tasks" • ability to implement "task" means a programming language for PLC |
| Propedeuticità'/ Prerequisiti | Nessuna |

| | |
|--|---|
| Denominazione insegnamento | Industrial Automation and Optimal Control – Module 2 – Optimal Control |
| SSD | ING-INF/04 |
| CFU | 6 |
| Obiettivi formativi | <p>Lo studente sarà in grado di analizzare e progettare un algoritmo di controllo basato su tecniche di ottimalità anche mediante l'utilizzo di algoritmi di programmazione semidefinita.</p> <p>The student will be able to analyze and to design an optimization based feedback control algorithm also by means of semidefinite programming algorithms.</p> |
| Propedeuticità'/ Prerequisiti | Dynamical Systems Theory |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Denominazione insegnamento | Vehicle Dynamics |
| SSD | ING-IND/13 |
| CFU | 6 |
| Obiettivi formativi | <p>Il corso si propone di fornire agli allievi: Competenze specifiche quali:</p> <ul style="list-style-type: none"> • la capacità di costruire ed utilizzare, anche attraverso l'utilizzo di strumenti software, i modelli dinamici di un sistema veicolo al fine di analizzarne il comportamento stradale in diverse condizioni di moto quali: dinamica longitudinale (in accelerazione ed in frenata), dinamica verticale e dinamica laterale; • la conoscenza degli aspetti teorici e pratici su cui si basano le scelte progettuali con riferimento ai sottosistemi che maggiormente influenzano il comportamento stradale del veicolo nelle diverse condizioni di marcia (sospensioni, sistema di sterzo, powertrain, gruppo ruota). <p>Competenze Trasversali quali:</p> <ul style="list-style-type: none"> • la capacità di scegliere, tra le diverse possibilità a disposizione, le tecniche di modellazione e le metodologie di analisi più adatte alla risoluzione di uno specifico problema riguardante lo studio della dinamica dei veicoli; • La capacità di analizzare criticamente e di verificare, anche attraverso analisi di tipo qualitativo e quantitativo, l'accuratezza e l'affidabilità delle stime ottenute quale risultato delle simulazioni effettuate; • La capacità di argomentare in modo rigoroso e con linguaggio appropriato in risposta a quesiti riguardanti gli argomenti trattati durante il corso; • La capacità di proseguire l'approfondimento delle tematiche affrontate in modo autonomo nel corso della vita. <p>L'acquisizione delle capacità sopra elencate sarà stimolata attraverso la definizione di esercitazioni, da svolgere prevalentemente al computer utilizzando software specifici, con cui lo studente sarà chiamato a cimentarsi durante il corso da solo o in piccoli gruppi e su cui dovrà relazionare all'esame.</p> <p>The course aims at training the students and provide them with the following: Specific skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> • The ability to build and use, also by means of software tools, the dynamic models of a vehicle, aimed at analysing its dynamic behaviour in different driving scenarios of longitudinal dynamics (acceleration and braking), vertical and lateral dynamics; • Knowledge of theoretical and practical aspects, on which the design of critical subsystems (suspensions, steering system, powertrain, wheels,...) is based. <p>Transversal skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> • The ability to choose the analysis approaches and methods that are the most appropriate to solve a given problem of vehicle dynamics; • The ability to assess, qualitatively and quantitatively, the consistency and accuracy of the achieved results, by means also of dimensional analysis; • The ability to discuss in a clear and appropriate way the topics of the course; • The ability to continue the study of the subject autonomously after the course. <p>The acquisition of the skills listed above will be supported by the execution of numerical, computer-based, class-works to be done individually or in small teams and to be discussed during the examination.</p> |
| Propedeuticità'/ Prerequisiti | Nessuna |

| | |
|--|--|
| Denominazione insegnamento | Optimization Methods for Control Theory |
| SSD | 6 |
| CFU | MAT/09 |
| Obiettivi formativi | <p>Il corso ha come obiettivo quello di fornire le conoscenze necessarie per l'utilizzo e la progettazione di algoritmi di calcolo per la determinazione dei punti di minimo, vincolati o non, di funzioni non lineari. Verranno fornite le conoscenze sulle proprietà di convessità di insiemi e funzioni che giocano un ruolo centrale sia nella teoria che nei metodi numerici per l'ottimizzazione. Verranno altresì fornite le conoscenze necessarie per la definizione delle condizioni di esistenza dei punti di minimo e delle condizioni di ottimalità in problemi di programmazione non lineare non vincolata e vincolata. Verrà inoltre introdotta la struttura degli algoritmi di minimizzazione, nonché lo studio delle proprietà di convergenza dei principali algoritmi di ottimizzazione non vincolata e vincolata. Verranno fornite altresì le conoscenze necessarie all'utilizzo di alcuni dei software per la risoluzione di problemi di ottimizzazione. Di seguito vengono dettagliate le competenze specifiche e trasversali acquisite alla fine del corso.</p> <p>Competenze specifiche in termini di conoscenze e abilità da conseguire. Il corso è finalizzato al conseguimento delle seguenti conoscenze ed abilità: conoscenza degli elementi teorici di base della programmazione matematica; conoscenza delle principali proprietà dei problemi di ottimizzazione non lineare non vincolati e vincolati; conoscenza dei più importanti algoritmi risolutivi per problemi di ottimizzazione non lineare non vincolati e vincolati e delle loro proprietà di convergenza. Competenze trasversali in termini di conoscenze e abilità da conseguire.</p> <p>Il corso è finalizzato al conseguimento delle seguenti conoscenze ed abilità trasversali: capacità di analisi di un problema di ottimizzazione non lineare; capacità di problem solving ossia di studiare le caratteristiche del problema di ottimizzazione in esame e individuare le proprietà e gli algoritmi più adatti alla sua risoluzione; capacità di utilizzare i moduli di ottimizzazione di alcuni software per la risoluzione di problemi di programmazione non lineare.</p> <p>The course aims at providing theoretical basis of unconstrained and constrained nonlinear programming.</p> <p>At the end of the course, students will hold the following specific knowledges and skills: ability to formulate and solve mathematical programming model; ability to identify and use the most appropriate algorithms for solving non linear optimization models; knowledge about the existence and optimality conditions of non linear programs; knowledge of the main features of algorithms and of convergence properties for unconstrained and constrained optimization; ability to solve optimization non linear programs by ad-hoc optimization software. At the end of the course, students will hold the following transversal knowledge and skills: ability to analyse a real problem and to formulate it; problem solving skills, that is, the ability to study the characteristics of the optimization problems under consideration and to identify the solution methodologies; ability to use software for nonlinear programming.</p> |
| Propedeuticità'/ Prerequisiti | Nessuna |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Denominazione insegnamento | Cyber-Physical Systems |
| SSD | ING-INF/05 |
| CFU | 6 |
| Obiettivi formativi | <p>Lo studente sarà in grado di analizzare il comportamento dei sistemi di controllo in rete e progettare semplici algoritmi di controllo, in particolare metodi di controllo distribuito per sistemi dinamici su larga scala e/o controllati da remoto.</p> <p>Students will be able to analyze the behavior of networked control systems and design simple control algorithms, in particular distributed control methods for large-scale and / or remotely controlled dynamic systems.</p> |
| Propedeuticità'/ Prerequisiti | Nessuna |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Denominazione insegnamento | Filtering and Identification of Dynamical Systems |
| SSD | ING-INF/04 |
| CFU | 6 |
| Obiettivi formativi | <p>Competenze specifiche</p> <ul style="list-style-type: none"> - Comprensione dei principi teorici alla base di un problema di stima - Abilità di approcciare e risolvere un problema di stima in maniera opportuna - Estensione delle tecniche apprese a casi di stima non lineare <p>Competenze trasversali</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacità di applicazione degli algoritmi di stima all'interno di problemi di controllo più complessi <p>Specific skills</p> <ul style="list-style-type: none"> -Comprehension of the theoretical principles at the base of an estimation problem - Ability to approach and solve a problem of estimation - Extension of the techniques learned in cases of nonlinear estimation <p>Soft skills</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacity for applying estimation algorithms to more complex control problems |
| Propedeuticità'/ Prerequisiti | Dynamical Systems Theory |

| | |
|--|---|
| Denominazione insegnamento | Traineeship |
| SSD | |
| CFU | 3 |
| Obiettivi formativi | <p>Il Tirocinio si svolge all'interno di laboratori o altri spazi di competenza del Gruppo di Automatica del DIMES. Si tratta di un'esperienza durante la quale lo studente mette in pratica le conoscenze acquisite. L'esperienza di tirocinio integra e completa la formazione universitaria con il fine di agevolare le future scelte professionali dello studente.</p> <p>The Traineeship takes place inside laboratories or other areas of the DIMES Feedback Control/Robotics Research Team. During this experience the student puts into practice the acquired know-how. This internship experience integrates the university training with the aim of easing the student's future professional choices.</p> |
| Propedeuticità'/ Prerequisiti | Nessuna |

| | |
|--|--|
| Denominazione insegnamento | Embedded Systems Programming |
| SSD | ING-INF/05 |
| CFU | 9 |
| Obiettivi formativi | <p>Competenze specifiche:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conoscenza dell'architettura dei dispositivi embedded - Conoscenza delle problematiche di interfacciamento dei sistemi embedded con il mondo esterno - Competenze nella programmazione di dispositivi embedded basati su diversi tipi di microcontrollori - Abilità ed esperienza nell'interfacciamento di microcontrollori con componenti elettronici e dispositivi esterni <p>Competenze trasversali:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Capacità di risolvere problemi complessi - Abilità nella collaborazione e cooperazione in gruppo e nell'illustrazione di lavori comuni <p>Specific skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Knowledge of embedded devices architecture - Knowledge of the problems of interfacing of embedded systems with the outside world - Skills in programming of embedded devices based on diverse types of microcontrollers - Skills and expertise of microcontroller interfacing with electronic components and external devices <p>Transversal skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Skill in solving complex problems - Skills in collaboration and cooperation in groups and in the illustration of common work |
| Propedeuticità'/ Prerequisiti | Nessuna |

| | |
|--|---|
| Denominazione insegnamento | Autonomous Multi-Agent Control Systems |
| SSD | 6 |
| CFU | ING-INF/04 |
| Obiettivi formativi | <p>The main objective of the course is to provide an overview as complete as possible of the strategies of predictive nature of the latest generation. In addition, a second important goal is to make possible the testing of the above techniques in the laboratory of systems (LSA) of the autonomous DIMES.</p> <p>L'obiettivo principale del corso è quello di fornire una visione il più completa possibile delle strategie di natura predittiva di ultima generazione. Inoltre, un secondo importante obiettivo consiste nel rendere possibile la sperimentazione delle suddette tecniche presso il laboratorio di sistemi (LSA) autonomi del DIMES.</p> |
| Propedeuticità'/ Prerequisiti | Dynamical Systems Theory |

| | |
|-------------------------------------|--|
| Denominazione insegnamento | Vehicles Control - Module 1: Model Based Control Schemes |
| SSD | ING-INF/04 |
| CFU | 6 |
| Obiettivi formativi | <p>L'insegnamento si propone di fornire agli studenti le seguenti conoscenze, competenze ed abilità trasversali:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conoscenza dei modelli matematici dei moderni motori a scoppio turbocompressi Diesel e benzina finalizzati alla sintesi delle leggi di controllo della coppia generata; • Conoscenza dei modelli matematici, sia dinamici che semi-statici, delle principali driveline utilizzate nei moderni veicoli tradizionali, ibridi ed elettrici; • Conoscenza dei modelli matematici legati al controllo della frenata, esempio ABS; • Conoscenza dei modelli matematici legati al controllo di assetto e di sbandata, esempio ESP; • Conoscenza dei modelli matematici legati al controllo degli ammortizzatori, sia tradizionali, semi-attivi, attivi e rigenerativi; • Conoscenza delle leggi di controllo ottime Hinf, H2 e L1 e loro sintesi tramite soluzione di problemi di ottimizzazione semidefinita con vincoli convessi di tipo LMI; • Sintesi di leggi di controllo robuste per sistemi con incertezza parametrica di tipo politopica; • Sintesi di leggi di controllo a guadagno schedulato per sistemi a parametri varianti linearmente (LPV) multi-modello di tipo politopico; • Saper operare con Matlab/Simulink/Stateflow per l'analisi, sintesi e simulazione dei sistemi dinamici. • Saper risolvere in modo autonomo un progetto di controllo dei veicoli e scrivere una relazione tecnica per comunicare in modo professionale e conciso l'esperienza svolta. <p>The course aims at providing the following knowledge and skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Knowledge of the mathematical models of modern turbocharged Diesel and gasoline internal combustion engines for the synthesis of the control laws aimed at regulating the torque generation; • Knowledge of the mathematical models, both dynamic and semi-static, of the main driveline architectures used in today's conventional, hybrid and electric automobiles; • Knowledge of the mathematical models related to the braking control, such as the ABS system. • Knowledge of the mathematical models related to the attitude control and skidding, such as the ESP system; • Knowledge of the mathematical models related to the damper control, both for traditional, semi-active, active and regenerative dampers; • Knowledge of Hinf H2 and L1 optimal control laws and their synthesis by semidefinite optimization methods expressed via convex Linear Matrix Inequalities (LMI) conditions; • Synthesis of robust control laws for uncertain systems characterized by parametric polytopic uncertainty; • Synthesis of gain scheduled control laws for Linearly Parameter Varying (LPV) polytopic systems; • Knowing how to work with Matlab/Simulink/Stateflow for the analysis, synthesis and simulation of dynamical systems; • Knowing how to autonomously solve an industrial control vehicles problem and write a technical report to communicate the experience gained in a concise and professional way. |
| Propedeuticità/ Prerequisiti | Dynamical Systems Theory |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Denominazione insegnamento | Vehicles Control- Module 2: Autonomous Driving Vehicle Models |
| SSD | ING-INF/04 |
| CFU | 3 |
| Obiettivi formativi | <p>L'insegnamento si propone di fornire agli studenti le seguenti conoscenze e abilità:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Conoscenza degli aspetti tecnici legati all'utilizzo dei sistemi avanzati di assistenza alla guida (ADAS) e della guida autonoma - Conoscenza di sistemi, tecnologie, requisiti, standard, livello di precisione dei sensori e criteri di selezione alla base del funzionamento dei sistemi di assistenza alla guida. - Conoscenza dei modelli matematici legati al controllo della velocità di un veicolo in funzione della situazione di traffico (Adaptive Cruise Control). - Conoscenza dei modelli matematici legati al controllo della frenata automatica di emergenza (Automatic Emergency Brake). - Conoscenza dei modelli matematici legati ai sistemi di controllo della sterzata e del mantenimento della corsia (Lateral Guidance Assistance). - Conoscenza di metodi per la pianificazione dei percorsi di guida utilizzando costmap di veicoli e algoritmi di motion-planning. - Conoscenza degli strumenti software per la progettazione, la simulazione e il test dei sistemi ADAS e di guida autonoma messi a disposizione dall'Automated driving Toolbox di Matlab. <p>The course aims at providing the following knowledge and skills:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Knowledge of technical aspects related to advanced driver assistance systems (ADAS) and autonomous vehicles - Knowledge of systems, technologies and technical specifications sensors used in advanced driver assistance sensors and autonomous vehicle - Knowledge of the mathematical models, related to the vehicle speed control such as the Adaptive Cruise Control system. - Knowledge of the mathematical models related to the automatic braking control, such as the Automatic Emergency Brake system. - Knowledge of the mathematical models related to the attitude control and skidding, such as the Lateral Guidance Assistance system. - Knowledge of methods for guidance path planning by using vehicles costmap and motion-planning algorithm. - Knowledge of Automated driving Matlab Toolbox for design, simulation and test of ADAS and autonomous guide systems |
| Propedeuticità'/ Prerequisiti | Dynamical Systems Theory |

| | |
|--------------------------------------|---|
| Denominazione insegnamento | Mobile Robotics - Module 1 : Autonomous Robotics |
| SSD | ING-INF/04 |
| CFU | 6 |
| Obiettivi formativi | <p>Competenze da acquisire:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacità a classificare ed individuare gli elementi costituenti di un robot mobile • abilità ad impostare la risoluzione dei problemi di cinematica e cinematica differenziale • abilità ad impostare e risolvere problemi di cinematica inversa • abilità ad avvalersi degli strumenti del “Robotic ToolBox” per determinare le matrici che descrivono la dinamica dei robot Industriali • abilità ad impostare la pianificazione di traiettorie • abilità ad impostare leggi di controllo per l’esecuzione di predefiniti “task” • abilità ad implementare “task” mediante un linguaggio di programmazione per Robot <p>Skills to be acquired:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacity to classify and identify the constituent elements of an mobilerobot • ability to set the resolution of the problems of kinematics and differential kinematics • ability to formulate and solve problems of inverse kinematics • ability to set the trajectory planning • ability to set control laws for the execution of pre-defined "tasks" • ability to implement "task" means a programming language for robots. |
| Propedeuticità’/ Prerequisiti | Cyber-Physical Systems |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Denominazione insegnamento | Mobile Robotics - Module 2 : Cognitive Robotics |
| SSD | 3 |
| CFU | ING-INF/04 |
| Obiettivi formativi | <p>Al termine del corso gli studenti avranno acquisito: conoscenza e comprensione delle problematiche e degli approcci proposti in letteratura; competenza nelle architetture, nei modelli, nei metodi e nelle tecniche necessarie per la progettazione di sistemi robotici mobili/cognitivi; competenza negli strumenti per lo sviluppo di robot autonomi.</p> <p>At the end of the course the students will acquire: knowledge about the problems and approaches proposed in the literature; competence in the architectures, models, methods and techniques necessary for the design of mobile / cognitive robotic systems; competence in tools for the development of autonomous robots.</p> |
| Propedeuticità’/ Prerequisiti | Cyber-Physical Systems |

| | |
|--------------------------------------|--|
| Denominazione insegnamento | Intelligent Systems for Robotics |
| SSD | 6 |
| CFU | ING-INF/05 |
| Obiettivi formativi | <p>Questo corso fornisce un'ampia introduzione ai cosiddetti sistemi intelligenti ed alle loro applicazioni all'interno della robotica. Gli argomenti includono: apprendimento supervisionato (apprendimento generativo / discriminativo, apprendimento parametrico / non parametrico, reti neurali, macchine a vettori di supporto); apprendimento non supervisionato (clustering, riduzione della dimensionalità, metodi kernel); teoria dell'apprendimento (compromessi di bias-varianza, approcci pratici); apprendimento per rinforzo e controllo adattivo. Il corso discuterà anche le recenti applicazioni dell'apprendimento automatico, come il controllo robotico, il data mining, la navigazione autonoma, la bioinformatica, il riconoscimento vocale e l'elaborazione di dati di testo e web.</p> <p>This course provides a broad introduction to machine learning techniques for robotics. Topics include: supervised learning (generative/discriminative learning, parametric/non-parametric learning, neural networks, support vector machines); unsupervised learning (clustering, dimensionality reduction, kernel methods); learning theory (bias/variance tradeoffs, practical advice); reinforcement learning and adaptive control. The course will also discuss recent applications of machine learning, such as to robotic control, data mining, autonomous navigation, bioinformatics, speech recognition, and text and web data processing.</p> |
| Propedeuticità'/ Prerequisiti | Nessuna |

| | |
|--------------------------------------|---|
| Denominazione insegnamento | Programmazione Dei Sistemi Tempo-Reale E Distribuiti |
| SSD | 6 |
| CFU | ING-INF/05 |
| Obiettivi formativi | <p>Capacità di modellare in modo rigoroso i requisiti di sistemi tempo dipendenti e in particolare di sistemi real-time e ad agenti, mediante strumenti formali di specifica.</p> <ul style="list-style-type: none"> •Capacità di analizzare le proprietà di un sistema tempo dipendente astratto da un modello formale e capacità di passare da un modello di specifica agli aspetti progettuali e implementativi. •Conoscenza delle principali strutture di schedulazione di sistemi con vincoli temporali. •Capacità di progettare sistemi ad agenti in ambiente centralizzato e distribuito/parallelo ed in presenza di mobilità degli agenti. •Conoscenza delle problematiche di interazione, coordinamento e pianificazione di sistemi multi agente. <p>Ability to rigorously model time-dependent systems requirements and in particular of real-time systems and agents, through formal specification tools.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ability to analyze the properties of a time dependent system abstract from a formal model and ability to pass from a specific formal model to the design and implementation aspects. • Knowledge of the main scheduling structures of systems with time constraints. • Ability to design agent systems in a centralized environment and distributed / parallel and in the presence of mobility of agents. • Knowledge of the problems of interaction, coordination and planning of multi-agent systems. |
| Propedeuticità'/ Prerequisiti | Nessuna |

| | |
|--|--|
| Denominazione insegnamento | Laboratorio Di Meccatronica E Robotica Mobile |
| SSD | 9 |
| CFU | ING-INF/04 |
| Obiettivi formativi | <p>Lo studente acquisirà competenze relative alla progettazione di sistemi di controllo per robot mobili e sistemi meccatronici in genere, progettare i sistemi di attuazione, sensori e software.</p> <p>The student must acquire skills related to the design of control systems for mobile robots and mechatronic systems in general, design the actuation systems, sensors and software.</p> |
| Propedeuticità'/ Prerequisiti | Dynamical Systems Theory |

| | |
|--|---|
| Denominazione insegnamento | Positioning Systems |
| SSD | ING-INF/04 |
| CFU | 6 |
| Obiettivi formativi | <p>Provide the student with the theoretical and practical means to implement a localization algorithm and to understand the best technique to be used to perform the localization of a mobile agent, given the available measurements.</p> <p>Fornire allo studente i mezzi teorici e pratici per realizzare un algoritmo di localizzazione e per comprendere la tecnica migliore da utilizzare per effettuare la localizzazione di un agente mobile, in base alle misure a disposizione.</p> |
| Propedeuticità'/ Prerequisiti | Filtering and Identification of Dynamical Systems |

| | |
|-------------------------------------|---|
| Denominazione insegnamento | Underwater Robotics |
| SSD | ING-INF/04 |
| CFU | 6 |
| Obiettivi formativi | <p>The course aims to provide additional knowledge and provide the basis for the modeling, simulation, analysis and synthesis of remote-controlled and autonomous robotic systems in the marine and submarine fields, with particular reference to the problems of motion in such environments. The course also aims to provide knowledge on underwater acoustic propagation and communications, oceanographic technologies and instrumentation for the exploration of the seabed, acoustic localization techniques and automatic data collection systems (underwater sensor networks), including autonomous and remote-controlled underwater robots.</p> <p>L'insegnamento ha l'obiettivo di fornire conoscenze integrative e fornire le basi per la modellistica, la simulazione, l'analisi e la sintesi di sistemi robotici teleguidati e autonomi in ambito marino e sottomarino, con particolare riferimento alle problematiche di moto in tali ambienti. L'insegnamento si propone anche di fornire conoscenze sulla propagazione e sulle comunicazioni acustiche sottomarine, sulle tecnologie e strumentazioni oceanografiche per l'esplorazione dei fondali, sulle tecniche di localizzazione acustiche e sui sistemi automatici di raccolta dati, inclusi i robot subacquei autonomi e teleguidati.</p> |
| Propedeuticit / Prerequisiti | Nessuna |

| | |
|-----------------------------------|--|
| Denominazione insegnamento | Smart Grids e Sistemi di Distribuzione e Utilizzazione dell'Energia Elettrica |
| SSD | ING-IND/33 |
| CFU | 6 |
| Obiettivi formativi | <p>Conoscenze di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tecnologie di Produzione dell'energia elettrica da fonti rinnovabili; - Tecnologie per lo stoccaggio dell'energia elettrica; - Metodologie per la gestione intelligente della domanda di energia elettrica; - Metodologie per la gestione intelligente della produzione da fonti rinnovabili; - Metodologie per la gestione intelligente dei sistemi di storage; - - Architetture di controllo di una smart grid; - Metodologie per la gestione aggregata di reti intelligenti. <p>Knowledge of:</p> |

| | |
|-------------------------------------|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> -Technologies Production of electricity from renewable sources; - Technologies for the storage of electrical energy; - Methodologies for the intelligent management of electricity demand; - Methodologies for the intelligent management of production from renewable sources; - Methodologies for the intelligent management of storage systems; - Control architectures of a smart grid; - Methodologies for managing aggregate more smart grids. |
| Propedeuticità/ Prerequisiti | Nessuna |