

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE,  
INFORMATICA E DELLE TECNOLOGIE  
AERONAUTICHE DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI  
ROMA TRE - COLLEGIO DIDATTICO DI  
INGEGNERIA INFORMATICA**

**PERCORSO FORMATIVO DEL CORSO DI LAUREA  
MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE E  
DELL'AUTOMAZIONE PER L'A.A. 2024/2025**

*D.M. n. 270/2004*

# Elenco delle attività formative

## Curriculum Automazione dei Sistemi Complessi

ATTIVITA' FORMATIVA	AMBITO	SSD	CFU	ORE	SEMESTRE
<b>Primo anno</b>					
Model Identification and Data Analysis	Caratterizzante	Ing-Inf/04	6	54	II
Simulazione di processi industriali e logistici	Caratterizzante	Ing-Inf/04	9	81	I
Teoria dei Sistemi e del Controllo	Caratterizzante	Ing-Inf/04	9	81	I
Uno a scelta tra:					
Basi di Dati	Caratterizzante	Ing-Inf/05	6	54	I
Imprenditorialità digitale	Caratterizzante	Ing-Inf/05	6	54	II
Intelligenza Artificiale e Machine Learning	Caratterizzante	Ing-Inf/05	6	54	I
Sistemi operativi	Caratterizzante	Ing-Inf/05	6	54	I
Due a scelta tra:					
Advanced Control Systems	Caratterizzante	Ing-Inf/04	6	54	II
Elementi di organizzazione	Caratterizzante	Ing-Inf/04	6	54	I
Gestione della produzione industriale	Caratterizzante	Ing-Inf/04	6	54	II
Cybersecurity for Industrial IoT and Critical Infrastructures	Caratterizzante	Ing-Inf/04	6	54	II
Uno a scelta tra:					
Macroeconomia	Affine	Ing-Ind/35	6	54	II
Misure e tecnologie dei controlli	Affine	Ing-ind/32	6	54	I
Ottimizzazione dei servizi pubblici	Affine	Mat/09	6	54	II
Uno a scelta tra:					
Economia e strategia aziendale	Affine	Ing-Ind/35	9	81	I
Macchine e azionamenti elettrici	Affine	Ing-Ind/32	9	81	I
A scelta libera dello studente <sup>(vedi nota 2)</sup>	A scelta		6		
<b>Totale primo anno</b>			<b>63</b>		

## Secondo anno

Cyber physical systems	Caratterizzante	Ing-Inf/04	6	54	I
Robotica	Caratterizzante	Ing-Inf/04	9	81	I
Uno a scelta tra:					
Ottimizzazione della logistica	Affine	Mat/09	9	81	I
Decision Support Systems and Applications <sup>(vedi nota 3)</sup>	Affine	Mat/09	6+3	81	I
Conoscenze Utili per l'Inserimento nel Mondo del Lavoro (seminari a frequenza obbligatoria) <sup>(vedi nota 1)</sup>			1		I+II
A scelta libera dello studente <sup>(vedi nota 2)</sup>	A scelta		6		
Prova finale			26		
<b>Totale secondo anno</b>			<b>57</b>		
<b>Totale</b>			<b>120</b>		

## Altre attività offerte

ATTIVITA' FORMATIVA	AMBITO	SSD	CFU	ORE	SEMESTRE
<b>Secondo anno</b>					
Complex robotic systems laboratory	A scelta	Ing-Inf/04	3	27	I
Laboratorio di metodi decisionali	A scelta	Mat/09	3	27	I

## Curriculum Gestionale

ATTIVITA' FORMATIVA	AMBITO	SSD	CFU	ORE	SEMESTRE
<b>Primo anno</b>					
Decision Support Systems and Analytics	Affine	Mat/09	6	54	I
Macroeconomia	Affine	Ing-Ind/35	6	54	II
Ottimizzazione dei Servizi Pubblici	Affine	Mat/09	6	54	II
Simulazione di Processi Industriali e Logistici	Caratterizzante	Ing-Inf/04	9	81	I
Teoria dei Sistemi e del Controllo	Caratterizzante	Ing-Inf/04	9	81	I
Uno a scelta tra:					
Economia e Strategia Aziendale	Affine	Ing-Ind/35	9	81	I
Business and Operation Management	Affine	Ing-Ind/35	9	81	II
Uno a scelta tra:					
Basi di Dati	Caratterizzante	Ing-Inf/05	6	54	I
Imprenditorialità digitale	Caratterizzante	Ing-Inf/05	6	54	II
Intelligenza Artificiale e Machine Learning	Caratterizzante	Ing-Inf/05	6	54	II
Due a scelta tra:					
Advanced Project Management	Caratterizzante	Ing-Inf/04	6	54	I
Elementi di Organizzazione	Caratterizzante	Ing-Inf/04	6	54	I
Gestione della Produzione Industriale	Caratterizzante	Ing-Inf/04	6	54	II
Model Identification and Data Analysis	Caratterizzante	Ing-Inf/04	6	54	II
Cybersecurity for Industrial IoT and Critical Infrastructures	Caratterizzante	Ing-Inf/04	6	54	II
<b>Totale primo anno</b>			<b>63</b>		

### Secondo anno

Metodi di Supporto alle Decisioni Manageriali	Caratterizzante	Ing-Inf/04	9	81	I
Ottimizzazione della Logistica	Affine	Mat/09	9	81	I
Conoscenze Utili per l'Inserimento nel Mondo del Lavoro (seminari a frequenza obbligatoria) <small>(vedi nota 1)</small>			1		I+II
A scelta libera dello studente <small>(vedi nota 2)</small>	A scelta		12		
Prova finale			26		
<b>Totale secondo anno</b>			<b>57</b>		
<b>Totale</b>			<b>120</b>		

### Altre attività offerte

ATTIVITA' FORMATIVA	AMBITO	SSD	CFU	ORE	SEMESTRE
<b>Secondo anno</b>					
Complex robotic systems laboratory	A scelta	Ing-Inf/04	3	27	I
Laboratorio di metodi decisionali	A scelta	Mat/09	3	27	I

**Note:**

1. L'attività formativa "Conoscenze Utili per l'Inserimento nel Mondo del Lavoro" si conclude con un'idoneità ed è a frequenza obbligatoria.
2. Le attività a scelta dello studente devono essere coerenti con il progetto formativo, e sono soggette all'approvazione del Collegio Didattico. Il completamento naturale del piano di studio suggerisce una scelta tra i corsi non selezionati delle attività a scelta in elenco o, in subordine, tra i corsi offerti dai Dipartimenti di Ingegneria, Economia e Studi Aziendali nei ssd IngInf/04, IngInf/05, Mat/09, Icar/05, IngInd/17, IngInd/32, IngInd/35, Secs-S/01, Secs-S/03, Secs-S/06, Secs-P/07, Secs-P/08, Secs-P/10, Secs-P/13.
3. L'attività formativa "Decision Support Systems and Applications" è composta di due moduli, uno mutuato da "Decision Support Systems and Analytics" (6 CFU) e uno mutuato da "Laboratorio di Metodi Decisionali" (3 CFU). E' evidente che l'inclusione di "Decision Support Systems and Applications" nel piano di studi esclude automaticamente l'inclusione di "Decision Support Systems and Analytics" o "Laboratorio di Metodi Decisionali" e viceversa.

**Corrispondenza con le attività formative del regolamento 2023/24**

L'attività formativa 2023/24		L'attività formativa 2024/25
Dynamics and Control of Complex Systems	è sostituita da	Teoria dei sistemi e del controllo
Sistemi IoT per Grandi Infrastrutture	è sostituita da	Cybersecurity for Industrial IoT and Critical Infrastructures

Gli studenti immatricolanti in anni accademici fino al 2023/24 che hanno nel proprio piano di studio una delle attività formative della colonna di destra, senza aver seguito le lezioni relative, possono seguire le lezioni delle attività formative della colonna di sinistra, prenotandosi all'esame corrispondente alla denominazione riportata nel proprio piano di studio.

**Corrispondenza con le attività formative del regolamento 2022/23**

L'attività formativa 2022/24		L'attività formativa 2024/25
Controllo Fuzzy	è sostituita da	Advanced Control Systems
Basi di Dati I	è sostituita da	Basi di Dati

Per gli studenti che hanno già seguito le lezioni resta ferma la possibilità per un biennio di sostenere l'esame sul programma delle attività formative svolto nell'A.A. 2023/24 o 2022/23.

## Obiettivi formativi

Denominazione della attività formativa	Obiettivi formativi	Obiettivi Formativi (inglese)	Moduli (1,2)	CFU	Propedeuticità*	Modalità di svolgimento degli esami (scritto, orale, progetto, prova di laboratorio, ecc.)	Modalità di verifica (voto, idoneità)	Modalità di somministrazione e della didattica (convenzionale, a distanza, mista, sperimentazione di laboratorio, escursione, etc.).
<b>ADVANCED CONTROL SYSTEMS</b>	<p>Il corso mira a fornire una solida base matematica per comprendere i sistemi dinamici su rete, noti anche come sistemi multi-agente distribuiti, con un'enfasi particolare sulla teoria di Perron-Frobenius.</p> <p>Gli obiettivi formativi del corso includono la comprensione dei fenomeni dinamici fondamentali relativi ai sistemi multi-agente, tra cui il consenso, nonché la capacità di progettare e analizzare algoritmi distribuiti per questi sistemi. Durante il corso, verranno acquisite competenze nell'analisi di sistemi dinamici multi-agente attraverso l'utilizzo della teoria delle matrici e dei grafi.</p> <p>In particolare, verranno proposti metodi matematici per analizzare matrici con componenti non negative, che rappresentano l'interconnessione tra attori eterogenei, al fine di identificare le proprietà strutturali della rete sottostante. Durante il corso, gli studenti esploreranno l'analisi di questi sistemi attraverso la teoria delle matrici e dei grafi, lavorando su esempi concreti per aiutare a comprendere meglio i concetti presentati.</p>	<p>The course aims to provide solid mathematical principles for understanding interconnected dynamical systems, also known as multi-agent distributed systems, with particular attention to the Perron-Frobenius theory.</p> <p>The learning objectives of the course include an understanding of dynamic phenomena related to multi-agent systems, including consensus, as well as the ability to design and analyze distributed algorithms for such systems.</p> <p>During the course knowledge will be acquired in the analysis of multi-agent dynamical systems using matrix and graph theory. In particular, mathematical methods will be proposed to analyze matrices with non-negative components, representing the interconnection between heterogeneous actors, in order to identify the structural properties of the underlying network.</p> <p>During the course students will deepen the analysis of interconnected dynamical systems through matrix and graph theory, working on examples to better understand the concepts presented.</p>	1	6	TEORIA DEI SISTEMI E DEL CONTROLLO	Progetto + esame orale	voto	convenzionale

## Obiettivi formativi

<b>ADVANCED PROJECT MANAGEMENT</b>	Fornire agli studenti conoscenze avanzate per la gestione e per la direzione di progetti complessi, anche con riferimento alla normativa di riferimento. Al termine del corso lo studente sarà in grado di gestire la documentazione tecnica e la configurazione di prodotto relativi a un progetto complesso, nonché gestire approvvigionamenti, appalti e contratti necessari al suo completamento.	Provide students with advanced knowledge for the management and direction of complex projects, also with reference to the relevant standards and legislation. At the end of the course the student will be able to manage the technical documentation and product configuration related to a complex project, as well as to manage procurement, tenders and contracts necessary for its completion.	1	6	nessuna	Scritto o orale	voto	convenzionale
<b>BASI DI DATI</b>	Presentare modelli, metodi e sistemi per la definizione, progettazione e realizzazione di sistemi software che gestiscano insiemi di dati di grandi dimensioni. Lo studente che abbia superato il corso dovrà essere in grado di: realizzare applicazioni che utilizzino basi di dati anche di grande complessità, progettare e realizzare autonomamente basi di dati di media complessità, partecipare al progetto e alla realizzazione di basi di dati di grande complessità.	Presentation of models, methods and tools for the definition, design and development of software systems that manage large sets of data. A student who has passed the course will be able to: (i) develop software applications that make use of databases of even high complexity, (i) design and built autonomously databases of medium complexity, and (iii) be involved in the project and development of large databases of high complexity.	1	6	FONDAMENTI DI INFORMATICA	scritto	voto	convenzionale
<b>BUSINESS AND OPERATIONS MANAGEMENT</b>	Far acquisire agli studenti la comprensione degli elementi fondamentali del management aziendale e fornire un quadro completo dei principali modelli e principi gestionali utili per la conduzione delle imprese. Fornire inoltre agli studenti principi, metodologie e strumenti per progettare, analizzare e migliorare le operazioni di aziende manifatturiere e di servizi, al fine di aumentare significativamente la loro competitività.	Enable students to understand the fundamental elements of business management and provide a complete picture of the main management models and principles useful for running businesses. Provide students with principles, methodologies and tools to design, analyse and improve the operations of manufacturing and service companies, in order to significantly increase their competitiveness.	1	9	nessuna	Scritto o orale	voto	convenzionale
<b>COMPLEX ROBOTIC SYSTEMS LABORATORY</b>	Fornire agli studenti le competenze necessarie a concepire, sviluppare e portare a termine un progetto complesso di robotica. L'insegnamento è caratterizzato da un approccio fortemente sperimentale.	Provide students with skills necessary to conceive, develop and complete a complex robotics project. The teaching is characterized by a highly experimental approach and will take place at the Robotics Laboratory of the Department of Engineering.	1	3	nessuna	progetto	voto	Convenzionale parzialmente in lingua inglese + sperimentazione in laboratorio

## Obiettivi formativi

<p style="text-align: center;"><b>CYBER-PHYSICAL SYSTEMS</b></p>	<p>La progettazione di Cyber Physical Systems (CPS) richiede la capacità di saper coniugare discipline diverse. In particolare, i CPS si pongono come area di intersezione di discipline quali il controllo, l'elaborazione dei segnali, la fault detection e il calcolo in real-time. Il corso, pertanto, si propone di fornire allo studente le conoscenze di base di queste aree tematiche utilizzando un approccio di tipo sistemistico. Saranno inoltre trattati metodi innovativi per la fault diagnosis e la protezione dei CPS mediante lo studio diretto della letteratura.</p>	<p>The design of Cyber-Physical Systems (CPS) requires multi-disciplinary skills. In particular, the combined knowledge of various disciplines such as, control theory, signal processing, fault detection, and real-time computing, is crucial for the effective developments of CPS. Consequently, the course aims at providing to the students basics on such thematic areas considering a system-oriented approach. Moreover, also innovative methodologies for fault diagnosis and protection of CPS will be discussed considering the direct study of advanced research papers.</p>	1	6	nessuna	Progetto + esame orale	voto	Convenzionale parzialmente in lingua inglese
<p style="text-align: center;"><b>CYBERSECURITY FOR INDUSTRIAL IOT AND CRITICAL INFRASTRUCTURES</b></p>	<p>Modellazione di grandi infrastrutture industriali (reti di distribuzione, sistemi di telecomunicazioni e sistemi di trasporto) e studio delle interdipendenze tra le stesse. L'analisi di tali sistemi sarà finalizzata alla progettazione di sistemi resilienti e alla valutazione di rischi in ambito distribuito. A valle del corso i risultati attesi sono la capacità, da parte dello studente, di: analizzare e modellare grandi sistemi distribuiti, progettare sistemi di supervisione e controllo per grandi infrastrutture distribuite, realizzare architetture Service Oriented 4. progettare sistemi per la valutazione del rischio in ambito distribuito e elaborare piani di business continuity.</p>	<p>The objectives will be the study and comprehension of systems of system theory and the modeling of large infrastructures (distribution networks, telecommunication networks, transportation networks). Interdependencies among different infrastructures will be analyzed with the aim of evaluating the distributed risk and designing resilient systems. Service oriented architectures will be studied as well as distributed awareness systems.</p>	1	6	nessuna	Progetto + esame orale	voto	Convenzionale parzialmente in lingua Inglese
<p style="text-align: center;"><b>DECISION SUPPORT SYSTEMS AND ANALYTICS</b></p>	<p>Obiettivo del corso è far acquisire i principali strumenti teorici e metodologici per la modellizzazione delle decisioni e per l'individuazione delle migliori strategie di supporto alle decisioni in considerazione degli obiettivi prefissati. Il corso mira anche a fornire abilità e competenze su come utilizzare i dati a disposizione per implementare modelli prescrittivi analitici a supporto delle decisioni, come leggere i risultati forniti dai modelli in uso e come interpretarli per proporre soluzioni opportune a problemi gestionali complessi.</p>	<p>The aim of the course is to present the main theoretical and methodological tools for modeling decisions and for identifying the best decision support strategies. The course also aims at providing the skills on how to use the available data in analytical prescriptive models, how to read the results provided by the adopted models and how to interpret them to propose appropriate solutions to complex management problems.</p>	1	6	nessuna	scritto, orale	voto	Convenzionale parzialmente in lingua inglese

## Obiettivi formativi

<p><b>DECISION SUPPORT SYSTEMS AND APPLICATIONS (MODULO I)</b> – <b>DECISION SUPPORT SYSTEMS AND ANALYTICS</b></p>	<p>Obiettivo del corso è far acquisire i principali strumenti teorici e metodologici per la modellizzazione delle decisioni e per l'individuazione delle migliori strategie di supporto alle decisioni in considerazione degli obiettivi prefissati. Il corso mira anche a fornire abilità e competenze su come utilizzare i dati a disposizione per implementare modelli prescrittivi analitici a supporto delle decisioni, come leggere i risultati forniti dai modelli in uso e come interpretarli per proporre soluzioni opportune a problemi gestionali complessi.</p>	<p>The aim of the course is to present the main theoretical and methodological tools for modeling decisions and for identifying the best decision support strategies. The course also aims at providing the skills on how to use the available data in analytical prescriptive models, how to read the results provided by the adopted models and how to interpret them to propose appropriate solutions to complex management problems.</p>	<p>1</p>	<p>6</p>	<p>nessuna</p>	<p>scritto, orale</p>	<p>voto</p>	<p>Convenzionale parzialmente in lingua inglese</p>
<p><b>DECISION SUPPORT SYSTEMS AND APPLICATIONS (MODULO II)</b> – <b>LABORATORIO DI METODI DECISIONALI</b></p>	<p>Fornire agli studenti le competenze necessarie a concepire, sviluppare e portare a termine un progetto complesso di ricerca operativa. L'insegnamento è caratterizzato da un approccio fortemente sperimentale e si svolgerà presso il Laboratorio di "Automazione e organizzazione industriale" del Dipartimento di Ingegneria.</p>	<p>Provide students with skills necessary to conceive, develop and complete a complex Operations Research project. The teaching is characterized by a highly experimental approach and will take place at the "Automation and operations research in industry" Laboratory of the Department of Engineering.</p>	<p>1</p>	<p>3</p>	<p>nessuna</p>	<p>progetto</p>	<p>voto</p>	<p>Convenzionale + sperimentazione in laboratorio</p>
<p><b>ECONOMIA E STRATEGIA AZIENDALE</b></p>	<p>Fornire le conoscenze di base del linguaggio economico finanziario con il quale si esprimono le trasformazioni interne al sistema azienda e i suoi interscambi con l'ambiente esterno, sviluppare capacità di valutazione economico e finanziaria delle operazioni aziendali a supporto delle decisioni, far comprendere le relazioni tra strutture dell'organizzazione, determinanti dei risultati economico finanziari e sistemi di programmazione e controllo della gestione.</p>	<p>Basic knowledge of the financial economic language by which the internal and external company relations and strategies are expressed. Developing of economic and financial evaluation of company operations. Analysis of interactions among internal organizational structures and analysis of financial and economic results drivers and measures.</p>	<p>1</p>	<p>9</p>	<p>nessuna</p>	<p>scritto, orale</p>	<p>voto</p>	<p>convenzionale</p>
<p><b>ELEMENTI DI ORGANIZZAZIONE</b></p>	<p>Fornire le nozioni e sviluppare le logiche necessarie per comprendere la descrizione formale e il reale funzionamento delle organizzazioni di imprese, enti, istituzioni, e le loro tendenze evolutive rispetto all'evoluzione del loro ambiente operativo. Introdurre all'analisi organizzativa portando lo studente a riuscire a ragionare</p>	<p>Classroom discussions on real and current organizational situations, analysis of system links inside the organizations, discussion of specific topics</p>	<p>1</p>	<p>6</p>	<p>nessuna</p>	<p>orale</p>	<p>voto</p>	<p>convenzionale</p>

## Obiettivi formativi

	sui rapporti tra mercato, strategia, struttura e processi in ottica di qualità totale e alla luce dei comportamenti organizzativi delle persone e delle loro motivazioni.								
<b>GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE</b>	Fornire gli elementi metodologici necessari ad effettuare la pianificazione, programmazione ed il controllo della produzione negli impianti industriali, con particolare riferimento ai sistemi produttivi manifatturieri, sia in caso di produzione a magazzino che su commessa, analizzando le differenze tra sistemi push e pull. Vengono inoltre discusse le problematiche di stima delle prestazioni dei sistemi produttivi in contesti reali e si illustrano i legami tra gestione della produzione, strategia aziendale, pianificazione della capacità produttiva, e gestione delle scorte.	This course aims at providing the basic methodological tools required for production planning and control in manufacturing systems. Specific methods used in make to stock, assemble to order, make to order, and engineering to order are analyzed, as well as the push and pull production systems. The course follows the traditional hierarchical approach including aggregate production and capacity planning, master production scheduling, materials and manufacturing resources requirements planning (MRP and CRP techniques), order release planning and job scheduling. The course also provides tools to estimate the performances of manufacturing systems, i.e. the links between work in process, throughput and cycle time, including variability effects and lot sizing decisions. Finally, production planning decisions are put in perspective with strategic decisions, with capacity planning issues and with inventory management problems.	1	6	nessuna	scritto, orale	voto	convenzionale	
<b>IMPRENDITORIALITÀ DIGITALE</b>	Fornire agli studenti le competenze tecniche e metodologiche necessarie a concepire, sviluppare e realizzare un progetto imprenditoriale digitale. Il corso sarà articolato in tre parti. La prima parte ha l'obiettivo di illustrare le motivazioni alla base del successo delle aziende digitali (in particolare, ma non solo, le startup) e le dinamiche dell'innovazione digitale. La seconda parte propone agli studenti gli strumenti tecnici e metodologici per la realizzazione di un progetto imprenditoriale digitale. La terza parte consiste nella realizzazione di un progetto ed è caratterizzata da un approccio fortemente sperimentale.	Provide students with technical and methodological skills necessary to conceive, develop and implement a digital business project. The course will be divided into three parts. The first part aims to explain the reasons behind the success of digital companies (especially, but not only, startups) and digital innovation dynamics. The second part offers students the technical and methodological tools for the realization of a digital business project. The third part consists in the realization of a project and is characterized by a strongly experimental approach.	1	6	nessuna	scritto e progetto	voto	convenzionale	
<b>INTELLIGENZA ARTIFICIALE E MACHINE LEARNING</b>	L'obiettivo è quello di presentare i modelli, i metodi e le tecniche fondamentali di alcune aree rilevanti dell'Intelligenza Artificiale, con particolare riferimento ai metodi di ricerca automatica di soluzioni nello spazio degli stati e	The goal is to present the fundamental models, methods and techniques of some relevant areas of Artificial Intelligence, with particular reference to heuristic search and Machine Learning, and to use them as tools for the development of innovative technologies. As for Machine Learning, the course	1	6	nessuna	scritto e prova di laboratorio	voto	convenzionale	

## Obiettivi formativi

	<p>all'Apprendimento Automatico (Machine Learning), e di utilizzarli come strumenti per lo sviluppo di tecnologie innovative. Per quanto riguarda il Machine Learning, il corso consentirà agli studenti di apprendere i principali metodi e algoritmi tipici della disciplina, ossia quelli supervisionati, non supervisionati e per rinforzo. Le lezioni e le esercitazioni pratiche svolte durante il corso consentiranno allo studente di acquisire capacità di analisi e di problem solving su vari domini d'interesse per la disciplina.</p>	<p>will allow students to learn the main methods and algorithms typical of the discipline (supervised, unsupervised and with reinforcement). The lessons and practical exercises carried out during the course will allow the student to acquire analytical and problem solving skills on various domains of interest for the discipline.</p>						
<p><b>LABORATORIO DI METODI DECISIONALI</b></p>	<p>Fornire agli studenti le competenze necessarie a concepire, sviluppare e portare a termine un progetto complesso di ricerca operativa. L'insegnamento è caratterizzato da un approccio fortemente sperimentale e si svolgerà presso il Laboratorio di "Automazione e organizzazione industriale" del Dipartimento di Ingegneria.</p>	<p>Provide students with skills necessary to conceive, develop and complete a complex Operations Research project. The teaching is characterized by a highly experimental approach and will take place at the "Automation and operations research in industry" Laboratory of the Department of Engineering.</p>	1	3	nessuna	progetto	voto	Convenzionale + sperimentazione in laboratorio
<p><b>MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI</b></p>	<p>Conoscere le soluzioni costruttive e le caratteristiche funzionali delle principali macchine elettriche rotanti, inclusi i modelli utilizzati per lo studio del comportamento elettromeccanico in regime dinamico, al fine di acquisire la capacità di scegliere e di saper utilizzare le varie macchine elettriche rotanti impiegate nelle applicazioni elettriche industriali o nei sistemi di produzione della potenza elettrica. Conoscere le configurazioni di base dei convertitori elettronici di potenza utilizzati per la regolazione delle grandezze elettriche di alimentazione delle macchine elettriche. Conoscere gli algoritmi di base utilizzati negli azionamenti elettrici per la regolazione ed il controllo delle prestazioni elettromeccaniche della macchina: posizione, velocità, coppia e flusso. Saper individuare le principali caratteristiche di dimensionamento di un azionamento elettrico in relazione alle specifiche tecniche della applicazione.</p>	<p>The course has the purpose to describe the manufacturing features and the functional characteristics of the main rotating electrical machines, including dynamic models used for the study of the electrical machine behavior in electromechanical systems. It is expected that the student will acquire the ability to select the various electromechanical equipment used in industrial applications or in power systems for the electric energy generation. The course gives basic knowledge concerning the main configurations of the power electronic converters that are used for the control of power supply of electrical machines as well as it gives basic knowledge of the main algorithms being used in electric drives for control and monitoring of the machine performance. As a result, the course is targeted to give the know-how concerning how to select main design characteristics of an electric drive in connection with the functional specification of a given application.</p>	1	9	nessuna	esame Orale	voto	convenzionale

## Obiettivi formativi

<p style="text-align: center;"><b>MACHINE LEARNING</b></p>	<p>Gli obiettivi sono fornire competenze avanzate e specifiche nell'ambito dei più recenti modelli e tecnologie di apprendimento automatico. Il corso consentirà la risoluzione di problemi complessi attraverso una adeguata formulazione del problema e la definizione di modelli e rappresentazioni della conoscenza più adatte, e le tecniche di implementazione più efficienti per l'implementazione degli algoritmi di machine learning. Si approfondiranno le diverse tecniche di reinforcement learning e i domini di impiego; e si introdurranno modelli dello stato dell'arte, quali graph neural networks e tecniche di tuning e autotuning.</p> <p>Il corso è costituito da una parte teorica e metodologica su concetti avanzati e innovativi, e da una attività laboratoriale in cui tali concetti sono applicati nella risoluzione di problemi mediante i più recenti framework di sviluppo.</p>	<p>The course aims to provide advanced and specific competencies in recent machine learning models and technologies. The course will enable the solving of complex problems through appropriate problem formulation and definition of the most suitable models and knowledge representations, and the most efficient implementation techniques for machine learning algorithms. Reinforcement learning and state-of-the-art models, such as graph neural networks and tuning and self-tuning techniques, will be introduced.</p> <p>The course consists of a theoretical and methodological part on advanced and innovative concepts, and a laboratory activity in which these concepts are applied in problem solving using the latest development frameworks.</p>	1	6	nessuna	scritto e progetto	voto	convenzionale
<p style="text-align: center;"><b>MACROECONOMIA</b></p>	<p>Gli studenti apprendono il comportamento e i meccanismi principali dei sistemi economici, nonché i driver che influenzano imprese, consumatori ed enti regolatori. Inoltre, vengono analizzate alcune tematiche avanzate con particolare riferimento alla struttura dell'economia italiana nel contesto dell'Unione Europea e dei mercati globali.</p>	<p>Students will gain knowledge on the behaviour and the mechanisms of economic systems, and on the drivers that influence businesses, consumers and regulatory bodies. Furthermore, advanced topics will be analysed regarding the structure of the Italian economy in the European Union and global markets.</p>	1	6	nessuna	orale	voto	convenzionale
<p style="text-align: center;"><b>METODI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI MANAGERIALI</b></p>	<p>Fornire conoscenze metodologiche e operative per l'organizzazione e la gestione sistematica di attività manageriali, in tutte le diverse fasi che caratterizzano i processi decisionali aziendali: definizione del problema, sua formalizzazione, definizione di vincoli, obiettivi e alternative di azione, sviluppo di algoritmi e metodi di soluzione, valutazione, implementazione e certificazione delle procedure e delle soluzioni trovate.</p>	<p>Give operative knowledge and methods to organize and manage the managerial activities in systematic mode in all phases that characterize the corporate decision-making definition of the problem, its formalization. definition of constraints, objectives and alternative, development of algorithms and methods for solution, evaluation, implementation and how to certify solutions and procedures found.</p>	1	9	nessuna	scritto, orale	voto	convenzionale

## Obiettivi formativi

<p style="text-align: center;"><b>MISURE E TECNOLOGIE DEI CONTROLLI</b></p>	<p>Presentare gli aspetti fondamentali delle misure e delle le tecnologie che consentono la realizzazione degli odierni sistemi di controllo nell'area dei trasduttori, dei sistemi di acquisizione di dati e della loro elaborazione. Presentare, in particolare, elaborazione di segnali sensoriali, stima dell'auto e mutua correlazione, generazione dei segnali di prova, metodi per la stima della risposta armonica, nonché le tecniche e alcuni componenti alla base del pilotaggio degli attuatori ed in particolare dei motori elettrici.</p>	<p>Present the main aspects of the measures and technologies to build modern control systems based on transducers, data extraction and data processing. To present, in particular, processing of sensory data, estimation techniques for auto and cross-correlation, test signal generation, FFT based harmonic response estimation, as well as the techniques and components at the basis of the actuators of electric engines.</p>	1	6	TEORIA DEI SISTEMI E DEL CONTROLLO	Progetto + esame orale	voto	convenzionale
<p style="text-align: center;"><b>MODEL IDENTIFICATION AND DATA ANALYSIS</b></p>	<p>Illustrare i metodi di identificazione dei modelli e fusione sensoriale a partire dai dati sperimentali. Famiglia di modelli ARX e ARMAX. Introdurre i metodi a minimizzazione dell'errore di predizione: il metodo dei minimi quadrati; il metodo dei minimi quadrati ricorsivi, il metodo della massima verosimiglianza. Illustrare i metodi di identificazione per processi con modello incerto e/o solo parzialmente noto: filtri di Bayes (filtro di Kalman, filtro di Kalman Unscented, filtri particle). Introdurre tecniche avanzate di identificazione e fusione sensoriale.</p>	<p>Introduce the student to the fundamentals of system identification applied to sampled systems (ARX and ARMAX model, ordinary least squares, recursive least squares, bayesian filtering). Introduce the student to sensor fusion. To familiarize the student with the use of the MatLab identification toolbox.</p>	1	6	nessuna	Progetto + esame orale	voto	Convenzionale parzialmente in lingua inglese

## Obiettivi formativi

<p style="text-align: center;"><b>OTTIMIZZAZIONE DEI SERVIZI PUBBLICI</b></p>	<p>Fornire un compendio di tecniche, metodi, modelli e approcci per il decision making nel settore pubblico. Il corso partirà da un insieme di casi di studio, variabili di anno in anno, riguardanti il progetto e la gestione operativa di servizi pubblici per sviluppare modelli e metodi di ottimizzazione adeguati alla loro risoluzione, tenendo presenti le problematiche etiche e politiche che distinguono il settore pubblico da quello privato. A valle del corso i risultati attesi sono la capacità, da parte dello studente, di analizzare, formalizzare e risolvere tipici problemi inerenti la pianificazione e la gestione operativa di servizi: di trasporto pubblico (urbano, ferroviario, aereo), di prevenzione e gestione delle emergenze (polizia, vigili del fuoco, pronto soccorso), per l'assistenza sanitaria, per la produzione e distribuzione di beni (acqua, energia), per la conservazione di beni (culturali e ambientali), per l'organizzazione di grandi eventi (sportivi, elezioni).</p>	<p>This course gives a compendium of techniques, methods and solution approaches to support the decision making process in the public sector. The course is based on case studies concerning the design and the management of public services and it is focused on the development of optimization models and solution algorithms. Ethical and political issues, typical of the public sector, are also addressed.</p>	1	6	RICERCA OPERATIVA II	scritto, orale	voto	Convenzionale parzialmente in lingua inglese
<p style="text-align: center;"><b>OTTIMIZZAZIONE DELLA LOGISTICA</b></p>	<p>Fornire conoscenze avanzate per il progetto di sistemi di supporto alle decisioni per la pianificazione e schedulazione di attività e per la gestione di processi produttivi e logistici complessi basati sulle tecniche e sui metodi propri della Ricerca Operativa.</p>	<p>The objective of the course is to endow the students with advanced knowledge for operations planning and scheduling in manufacturing and logistics systems. Topics include deterministic operations research methodology for the design of decision support systems, modeling, algorithms and applications.</p>	1	9	RICERCA OPERATIVA II	scritto, orale	voto	Convenzionale parzialmente in lingua inglese

## Obiettivi formativi

<b>ROBOTICA</b>	<p>Il corso fornisce gli strumenti per la modellistica cinematica e dinamica e per il controllo e la pianificazione del moto di manipolatori industriali e di piattaforme autonome mobili.</p> <p>Alla fine del corso lo studente avrà le conoscenze per partecipare a progetti che prevedendo lo sviluppo e l'utilizzo di tali dispositivi.</p>	<p>The course focuses on the kinematic and dynamic modelling, the control and the motion planning of industrial manipulators and mobile platforms (autonomous vehicles). At the end of the course the student will be able to participate to projects involving the design and the use of robots.</p>	1	9	TEORIA DEI SISTEMI E DEL CONTROLLO	scritto, orale	voto	convenzionale
<b>SIMULAZIONE DI PROCESSI INDUSTRIALI E LOGISTICI</b>	<p>Fornire un insieme di strumenti formali per la modellistica dei flussi informativi e l'ottimizzazione della gestione operativa di sistemi produttivi automatizzati, con particolare riferimento ai sistemi flessibili di lavorazione e assemblatura.</p>	<p>It gives a formal instruments to model information flows and to optimize the operation management of production systems, in particular of flexible manufacturing systems.</p>	1	9	nessuna	scritto, orale	voto	convenzionale
<b>SISTEMI OPERATIVI</b>	<p>Fornire (1) competenze sulla struttura di un generico sistema operativo moderno, (2) competenze sulla struttura di un sistema operativo Unix con particolare riferimento al sistema Linux, (3) conoscenza delle particolari metodologie usate per risolvere le problematiche tipiche della gestione delle risorse in un sistema operativo moderno, (4) abilità nel usare e una piattaforma Unix a livello utente, (5) abilità nella programmabilità di un sistema Unix (scripting), (6) abilità di base nella programmazione di sistema.</p>	<p>The course intend to provide: (1) competencies about a generic modern operating system, (2) competencies about the structure of a unix operating system, and specifically about linux, (3) knowledge about methodologies adopted for solving problems within the management of a modern operating system, (4) ability in the use a unix platform as a user, (5) ability in programming a unix system (scripting), (6) basic ability in system programming.</p>	1	6	nessuna	in laboratorio con parte sia pratica che teorica	voto	convenzionale
<b>TEORIA DEI SISTEMI E DEL CONTROLLO</b>	<p>Fornire allo studente conoscenze metodologiche e tecniche per la modellistica e l'analisi di sistemi lineari e stazionari rappresentabili con modelli alle variabili di stato. Fornire gli strumenti per la progettazione di algoritmi di controllo basati su queste rappresentazioni. Derivare il modello dinamico alle variabili di stato di un sistema a più ingressi e più uscite. Valutare le proprietà strutturali di questo e progettare il controllore assegnando la dinamica desiderata, eventualmente con l'impiego di un osservatore. Fornire i principi base per l'analisi dei sistemi non lineari.</p>	<p>Provide to the students methodologies and techniques for the analysis and modeling of linear time-invariant systems by focusing on the state-space representation. Provide the knowledge for the design of feedback control systems. Derive the state-space model of Multi-Input Multi-Output systems. Provide the knowledge of the structural properties of MIMO dynamical models and the asymptotic observer for the eigenvalue assignment problem and the regulation problem. Provide the students with basic concepts for the analysis of nonlinear system.</p>	2	9	nessuna	scritto, orale	voto	Convenzionale parzialmente in lingua inglese

\* Le propedeuticità non sono formali ma indicano i prerequisiti necessari per poter seguire il corso e sostenere l'esame.