

# Regolamento didattico del corso di laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale e dell'Automazione (Classe LM-32)

Il presente Regolamento ha decorrenza dall'AA 2024-2025.

Data di approvazione del Regolamento: 19.04.2024.

Struttura didattica responsabile: Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche - Collegio Didattico di Ingegneria Informatica

## Indice

Art. 1. Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo.....	2
Art. 2. Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati.....	2
Art. 3. Conoscenze richieste per l'accesso e requisiti curriculari.....	4
Art. 4. Modalità di ammissione.....	4
Art. 5. Abbreviazioni di corso per trasferimento, passaggio, reintegro, riconoscimento di attività formative, conseguimento di un secondo titolo di studio.....	5
5.1. Passaggio da altro corso di studio dell'Università Roma Tre.....	6
5.2. Trasferimento da altro Ateneo.....	6
5.3. Reintegro a seguito di decadenza o rinuncia.....	7
5.4. Abbreviazione di corso per riconoscimento esami e carriere pregresse.....	7
5.5. Conoscenze extrauniversitarie.....	7
5.6. Conoscenze linguistiche.....	7
5.7. Contemporanea iscrizione.....	7
Art. 6. Organizzazione della didattica.....	8
Art. 7. Articolazione del percorso formativo.....	10
Art. 8. Piano di studio.....	11
Art. 9. Mobilità internazionale.....	12
Art. 10. Caratteristiche della prova finale.....	12
Art. 11. Modalità di svolgimento della prova finale.....	13
Art. 12. Valutazione della qualità delle attività formative.....	13
Art. 13. Altre fonti normative.....	14
Art. 14. Validità.....	14

Il presente Regolamento disciplina gli aspetti organizzativi del corso di studio. Il Regolamento è pubblicato sul sito *web* del Dipartimento

<http://ingegneriacivileinformaticatecnologieaeronautiche.uniroma3.it/didattica/regolamenti-didattici/>

Qualora cada di sabato o di giorno festivo, ogni scadenza presente nel Regolamento è da intendersi posticipata al primo giorno lavorativo successivo.

## **Art. 1. Obiettivi formativi specifici del corso e descrizione del percorso formativo**

Il corso di laurea magistrale mira a formare ingegneri informatici con elevata qualificazione professionale, specializzati nelle applicazioni gestionali e dell'automazione. Risponde quindi a un'esigenza precisa del territorio, proveniente sia dai laureati in Ingegneria Informatica che vogliono approfondire la preparazione gestionale e dell'automazione, presente in misura embrionale nelle lauree triennali in Ingegneria Informatica, sia dalle imprese per coprire quelle posizioni di esperto informatico con competenze multidisciplinari gestionali e dell'automazione che sono richieste dal mercato del lavoro. Al termine degli studi, il laureato in questo corso avrà una preparazione ad ampio spettro nel campo dell'ingegneria informatica e dell'automazione che, estendendo e rafforzando sia in termini metodologici che applicativi quella acquisita nella formazione di primo livello, gli consentirà di elaborare e sviluppare soluzioni efficaci e innovative. Egli disporrà di competenze avanzate nell'area delle discipline sistemistiche e gestionali che gli consentiranno di condurre autonomamente attività di analisi, progettazione, realizzazione e gestione di sistemi di grandi complessità. Avrà inoltre conoscenze di contesto in altri settori dell'ingegneria dell'informazione, quali i sistemi informativi oppure dell'economia e dell'ingegneria economico-gestionale.

## **Art. 2. Profilo professionale e sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati**

Il corso di laurea magistrale mira a formare ingegneri informatici con elevata qualificazione professionale, specializzati nelle applicazioni gestionali e dell'automazione. Risponde quindi a un'esigenza precisa del territorio, proveniente sia dai laureati in Ingegneria Informatica che vogliono approfondire la preparazione gestionale e dell'automazione, presente in misura embrionale nelle lauree triennali in Ingegneria Informatica, sia dalle imprese per coprire quelle posizioni di esperto informatico con competenze multidisciplinari gestionali e dell'automazione che sono richieste dal mercato del lavoro.

### **funzione in un contesto di lavoro:**

Le principali funzioni dei laureati magistrali del CdS in un contesto di lavoro potranno riguardare, anche con mansioni di coordinamento:

- l'analisi di problemi e/o processi organizzativi, economici, industriali;
- la progettazione e l'implementazione di soluzioni per la gestione e l'automazione di processi aziendali complessi;
- la progettazione e la realizzazione di sistemi informativi di supporto alla gestione/automazione di processi;
- la progettazione e lo sviluppo di applicativi gestionali e/o di automazione, anche di elevata complessità;
- la reingegnerizzazione e l'ottimizzazione di processi produttivi o logistici;
- la reingegnerizzazione e l'ottimizzazione di servizi pubblici;

- l'integrazione e la gestione di infrastrutture critiche;
- la pianificazione e gestione di progetti complessi;
- la modellazione e la realizzazione di sistemi di supporto alle decisioni per la pianificazione e la schedulazione di attività;
- la progettazione e la realizzazione di sistemi di controllo di robot industriali;
- la progettazione e la realizzazione di reti e sistemi per l'automazione.

**Competenze associate alla funzione:**

Al termine degli studi i laureati magistrali del CdS avranno:

- conoscenze e capacità di comprensione che estendono e rafforzano quelle acquisite nella formazione di primo livello e consentono di elaborare e applicare idee originali,
- competenze avanzate ad ampio spettro nell'area dell'ingegneria informatica e delle discipline sistemistiche, con particolare riferimento all'automatica e alla ricerca operativa e in alcuni temi d'avanguardia di tali aree,
- conoscenze di contesto nei settori dell'economia e dell'ingegneria economico-gestionale.

**Sbocchi occupazionali:**

I principali sbocchi occupazionali sono rappresentati dalle industrie operanti negli ambiti della produzione di beni e servizi, dalle imprese informatiche, elettroniche, elettromeccaniche, in cui sono sviluppate funzioni di dimensionamento e realizzazione di architetture complesse, di sistemi automatici, di processi e impianti per l'automazione, dalla pubblica amministrazione e dalle imprese manifatturiere e di servizi per l'approvvigionamento e la gestione dei materiali, per l'organizzazione delle attività, per l'organizzazione e l'automazione dei sistemi produttivi, per la logistica e il project management.

I laureati magistrali potranno trovare occupazione nella libera professione, nel settore dell'Ingegneria dell'Informazione, o presso:

- imprese di progettazione e realizzazione di prodotti e sistemi informatici per la gestione e l'automazione (software e/o hardware), dai prodotti applicativi specifici ai sistemi informativi aziendali e per il supply chain management;
- imprese manifatturiere e di servizi e pubbliche amministrazioni che commissionano, coordinano o verificano la progettazione e l'integrazione di sistemi informatici complessi per l'organizzazione, la gestione o l'automazione dei sistemi produttivi;
- imprese manifatturiere e di servizi che utilizzano strumenti informatici avanzati per il supporto alle decisioni manageriali, l'approvvigionamento e la gestione dei materiali, il project management, l'organizzazione e l'automazione dei sistemi produttivi con particolare riferimento ad applicazioni robotiche e sistemi di controllo del movimento;
- imprese di progettazione, produzione e manutenzione di apparati, sistemi e infrastrutture riguardanti l'acquisizione e l'elaborazione di dati rilevati dal campo nonché la definizione e l'attuazione delle azioni da svolgere in base alle politiche di intervento assegnate;
- centri di ricerca o di ricerca e sviluppo, in ambito pubblico e privato, che operino in settori innovativi nell'ambito della ingegneria informatica, gestionale e dell'automazione.

Il corso prepara alla professione di

1. Analisti e progettisti di software - (2.1.1.4.1)
2. Analisti di sistema - (2.1.1.4.2)
3. Ingegneri industriali e gestionali - (2.2.1.7.0)
4. Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze matematiche e dell'informazione - (2.6.2.1.1)
5. Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze ingegneristiche civili e dell'architettura - (2.6.2.3.1)

### **Art. 3. Conoscenze richieste per l'accesso e requisiti curriculari**

Per essere ammessi al corso di studio, lo studente deve essere in possesso di una laurea o di un diploma universitario di durata triennale o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo secondo la normativa vigente. Occorre inoltre possedere i seguenti requisiti richiesti per l'ammissione:

- a) conseguimento della laurea nella Classe delle Lauree in Ingegneria dell'Informazione (classe L-8) o nella Classe delle Lauree in Ingegneria Industriale (classe L-9);
- b) aver acquisito un livello almeno B2 (del quadro comune europeo di riferimento) di idoneità e di conoscenza linguistica relativamente alla lingua inglese;
- c) avere competenze di: analisi matematica, geometria ed algebra, fisica, ricerca operativa, fondamenti di informatica, fondamenti di automatica, sistemi ad eventi, elettrotecnica, economia applicata all'Ingegneria, tipiche dei corsi di laurea in Ingegneria Informatica.

Nel caso in cui lo studente sia in possesso di una Laurea conseguita in una classe diversa rispetto alle classi previste alla lettera a) può presentare una domanda di riconoscimento dell'equivalenza al solo fine dell'immatricolazione al CdS del titolo posseduto con quelli previsti al punto a). A tale scopo può presentare la domanda al Collegio Didattico di Ingegneria Informatica, allegando eventuale ulteriore documentazione atta a provare l'adeguatezza della preparazione personale complessiva.

Nel caso in cui lo studente non possieda tutte le competenze citate alle lettere b) e c), ma sia in grado comunque di raggiungere gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale con un percorso di studi personalizzato di 120 CFU, l'accesso è consentito con l'obbligo di seguire un piano di studi individuale coerente con il percorso formativo del Corso di Laurea Magistrale e con il quale sia possibile colmare le proprie carenze.

Eventuali carenze curriculari non colmabili con un percorso di studi personalizzato coerente con il percorso formativo della Laurea Magistrale devono essere colmate prima dell'immatricolazione attraverso l'iscrizione a singoli insegnamenti e il superamento dei relativi esami.

## Art. 4. Modalità di ammissione

Il corso di studio è ad accesso libero.

Possono presentare domanda di valutazione preventiva della carriera i laureati di cui all'Art. 3, lettera a), o gli studenti iscritti al terzo anno di uno di tali Corsi di Laurea presso qualunque Università italiana o straniera a cui, alla data del 1 ottobre, manchino al più 33 CFU, comprensivi di quelli riguardanti la prova finale.

La domanda di valutazione preventiva della carriera dovrà essere redatta dal candidato indicando tutte le attività formative del proprio piano di studio relativo alla Laurea (curriculum studiorum), pena l'esclusione. Per ogni attività formativa dovranno essere indicati: i relativi CFU, il settore scientifico disciplinare, la votazione conseguita (se l'esame è stato superato). I candidati provenienti da Università diverse dall'Università degli Studi Roma Tre dovranno allegare anche il programma di ciascuno dei corsi. I candidati possono allegare ulteriore documentazione comprovante il possesso dei requisiti di cui all'Art. 3 lettere b) e c).

I candidati, se non ancora laureati all'atto della presentazione della domanda, dovranno comunque conseguire la Laurea prima di potersi immatricolare.

La verifica della personale preparazione, relativamente al possesso dei requisiti di cui all'Art. 3 lettere b) e c), è effettuata dal Collegio Didattico sulla base del curriculum studiorum del candidato allegato alla domanda di valutazione preventiva della carriera. L'esito della verifica viene comunicato indicativamente entro venti giorni dalla presentazione della domanda completa di tutta la documentazione richiesta esclusi i giorni di chiusura della segreteria didattica.

I candidati con un curriculum studiorum da cui si evince il possesso di tutte le conoscenze richieste per l'accesso potranno immatricolarsi, eventualmente dopo il conseguimento della laurea.

I candidati con un curriculum studiorum da cui si evincono alcune carenze nelle competenze richieste per l'accesso, ma per i quali è possibile individuare un piano di studi personalizzato coerente con il percorso formativo della Laurea Magistrale e con il quale sia possibile colmare le carenze individuate, potranno immatricolarsi con l'obbligo di presentare all'inizio del primo anno un piano di studio individuale, redatto su indicazione del Collegio Didattico, che consenta il recupero di tali carenze.

I candidati con un curriculum studiorum dal quale emerge una carenza di conoscenze richieste per l'accesso non colmabile con un percorso di studi personalizzato coerente con il percorso formativo della Laurea Magistrale potranno immatricolarsi solo dopo il conseguimento dei requisiti curriculari richiesti per l'accesso, che dovranno essere acquisiti prima dell'immatricolazione eventualmente mediante l'iscrizione a corsi singoli.

Il Collegio Didattico può non ammettere i candidati per i quali la carenza di conoscenze richieste per l'accesso sia valutata non recuperabile nel breve termine, o per i quali la formazione pregressa sia valutata obsoleta.

## **Art. 5. Abbreviazioni di corso per trasferimento, passaggio, reintegro, riconoscimento di attività formative, conseguimento di un secondo titolo di studio**

La domanda di passaggio da altro corso di studio di Roma Tre, trasferimento da altro Ateneo, reintegro a seguito di decadenza o rinuncia, abbreviazione di corso per riconoscimento esami e carriere pregresse deve essere presentata secondo le modalità e le tempistiche definite nel bando Rettorale di ammissione al corso di studio.

I passaggi tra corsi di studio dell'Ateneo, i trasferimenti e i secondi titoli sono soggetti ad approvazione del Collegio Didattico competente.

La convalida in termini di CFU delle attività formative acquisite o acquisibili presso altri Corsi di Studio dell'Università degli Studi Roma Tre o presso altre istituzioni universitarie è stabilita da ciascun Collegio Didattico in relazione alla congruità dei contenuti formativi acquisiti o acquisibili con gli obiettivi formativi dei relativi piani di studio. In particolare:

- Relativamente al trasferimento degli studenti da un altro Corso di Studio dello stesso livello, dell'Ateneo, ovvero di un'altra Università, viene assicurato il riconoscimento del maggior numero possibile dei CFU già maturati dallo studente, anche ricorrendo eventualmente a colloqui per la verifica delle conoscenze effettivamente possedute. Quando il trasferimento è effettuato da un Corso di Studio appartenente alla stessa classe, la quota di CFU relativi al medesimo Settore Scientifico Disciplinare<sup>1</sup> direttamente riconosciuti allo studente non sarà comunque inferiore al 50% di quelli già maturati. Nel caso in cui il corso di provenienza sia stato svolto in modalità a distanza, la quota minima del 50% sarà riconosciuta solo se il corso di provenienza risulti accreditato ai sensi del Regolamento Ministeriale di cui all'articolo 2, comma 148, del Decreto Legge 3 ottobre 2006, n. 262, convertito dalla Legge 24 novembre 2006, n. 286 e successive modificazioni.
- Per l'accesso al Corso di Laurea Magistrale è possibile riconoscere CFU maturati da Laureati di altre Classi di Laurea Magistrale; viene assicurato sempre il riconoscimento del maggior numero possibile dei CFU già maturati, anche ricorrendo eventualmente a colloqui per la verifica delle conoscenze effettivamente possedute;
- Le attività formative acquisite o acquisibili presso istituzioni universitarie europee sono quantificate sulla base dell'European Credit Transfer System (ECTS).

### **5.1. Passaggio da altro corso di studio dell'Università Roma Tre**

Il riconoscimento di CFU acquisiti presso un'altra Università e il percorso di studi che lo studente deve seguire per il conseguimento della Laurea Magistrale sono stabiliti dal Consiglio di Collegio Didattico tenendo conto della congruità con gli ordinamenti didattici e con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale.

---

<sup>1</sup> Per "settori scientifico-disciplinari" si intendono, come specificato nell'art 1, comma 1 lettera l del Regolamento didattico di Ateneo, "i raggruppamenti di discipline di cui al decreto ministeriale del 4 ottobre 2000, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 249 del 24 ottobre 2000 e successive modifiche;

## 5.2. Trasferimento da altro Ateneo

Il riconoscimento di CFU acquisiti presso un'altra Università e il percorso di studi che lo studente deve seguire per il conseguimento della Laurea Magistrale sono stabiliti dal Consiglio di Collegio Didattico tenendo conto della congruità con gli ordinamenti didattici e con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale.

## 5.3. Reintegro a seguito di decadenza o rinuncia

Gli studenti decaduti o rinunciatari possono presentare apposita domanda entro i termini stabiliti dal bando "Trasferimenti da altro ateneo, Passaggi tra corsi di studio di Roma tre, Abbreviazioni di corso per riconoscimento di carriere e attività pregresse" per ottenere il reintegro nella qualità di studente nel corso di studio in accordo con l'offerta didattica vigente al momento della richiesta, con riconoscimento degli esami sostenuti da parte del Consiglio di Collegio Didattico che valuterà la non obsolescenza della formazione pregressa e definirà conseguentemente il numero di crediti da riconoscere in relazione agli esami già sostenuti, nonché le ulteriori attività formative necessarie per il conseguimento del titolo di studio.

## 5.4. Abbreviazione di corso per riconoscimento esami e carriere pregresse

Il riconoscimento di CFU acquisiti presso un'altra Università e il percorso di studi che lo studente deve seguire per il conseguimento del secondo titolo sono stabiliti dal Consiglio di Collegio Didattico tenendo conto della congruità con gli ordinamenti didattici e con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale sulla base della valutazione effettuata a cura della competente Commissione identificata all'interno del Collegio Didattico.

Sono riconoscibili i crediti formativi acquisiti nell'ambito di carriere pregresse in corsi di laurea magistrale di durata biennale, purché compatibili con gli obiettivi formativi del corso. Sono riconoscibili i crediti formativi acquisiti nell'ambito di carriere pregresse in corsi di laurea magistrale a ciclo unico di durata quinquennale, sebbene il relativo titolo di studio sia presentato quale titolo d'accesso, purché compatibili con gli obiettivi formativi del corso e con esclusione dei crediti relativi ad attività formative riferibili al primo triennio di corso. Sono altresì riconoscibili i crediti formativi relativi a una carriera svolta nell'ambito dell'ordinamento ante D.M. n. 509/99, sebbene il relativo titolo di studio sia presentato quale titolo d'accesso, limitatamente alle attività formative ritenute equiparabili a quelle svolte in un corso di laurea magistrale biennale del vigente ordinamento. Non sono riconoscibili i crediti acquisiti per il conseguimento della laurea presentata quale titolo d'accesso al corso di studio.

## 5.5. Conoscenze extrauniversitarie

La convalida in termini di CFU delle attività formative acquisite o acquisibili presso istituzioni extrauniversitarie è stabilita dal Consiglio di Collegio Didattico in relazione alla congruità dei



contenuti formativi acquisiti o acquisibili con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea. In particolare, le attività lavorative e formative acquisite o acquisibili presso istituzioni extrauniversitarie sono quantificate sulla base di certificazione ufficiale dell'attività svolta e di quanto stabilito in eventuali convenzioni stipulate dall'Ateneo con l'istituzione coinvolta. Il numero massimo di CFU riconoscibili è 12.

## 5.6. Conoscenze linguistiche

La convalida in termini di CFU delle conoscenze linguistiche acquisite o acquisibili presso enti esterni è stabilita dal Consiglio di Collegio Didattico anche sulla base di certificazioni rilasciate da strutture interne od esterne all'Ateneo, definite specificatamente competenti dall'Ateneo stesso, e che attestino un livello adeguato di conoscenza linguistica, superiore od uguale a quello richiesto per il superamento dell'idoneità presso il Centro Linguistico di Ateneo. Il numero massimo di CFU riconoscibili è 3.

## 5.7. Contemporanea iscrizione

A decorrere dall'A.A. 2022-2023 è consentita la contemporanea iscrizione degli studenti a due Corsi di Studio secondo quanto previsto dalla legge n. 33 del 12 aprile 2022 e dai relativi decreti attuativi.

Nel caso di attività formative mutate in entrambi i Corsi di Studio, il riconoscimento è concesso automaticamente, anche in deroga agli eventuali limiti quantitativi annuali previsti nel presente regolamento. Nel caso di riconoscimento parziale delle attività formative sostenute in un altro Corso di Studio, il Collegio Didattico può promuovere l'organizzazione e facilitare la fruizione da parte dello studente di attività formative integrative al fine del pieno riconoscimento dell'attività formativa svolta. Il mancato riconoscimento di crediti deve essere adeguatamente motivato dal Collegio Didattico.

## Art. 6. Organizzazione della didattica

Ai sensi dell'art 10 del D.M. 270/2004, le attività formative di base, caratterizzanti e affini/integrative sono costituite da corsi di insegnamento svolti in forma frontale e articolati in lezioni, esercitazioni e seminari nonché esercitazioni pratiche (svolte anche in laboratorio, in forma assistita o individuale).

Le attività autonomamente scelte dallo studente sono costituite da corsi di insegnamento attivati presso il Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche o da un altro Dipartimento di Ateneo, ovvero da attività formative organizzate dai Collegi Didattici.

Le altre attività formative comprendono: la preparazione della prova finale per il conseguimento del titolo di studio, le attività formative volte ad agevolare le scelte professionali mediante la conoscenza diretta del settore lavorativo cui il titolo di studio può dare accesso, i tirocini formativi e di orientamento di cui al decreto 25 marzo 1998, n. 142, del Ministero del lavoro e ogni altra attività ritenuta utile alla formazione degli studenti.



I corsi di insegnamento sono composti da uno o più moduli. Ogni modulo rientra nell'ambito di un Settore Scientifico Disciplinare ed è affidato ad un docente.

#### CFU ed ore di didattica frontale

Ad ogni attività didattica (e ad ogni modulo) viene attribuito un numero intero di CFU. Ad ogni CFU corrispondono 25 ore d'impegno complessivo dello studente, delle quali, per i corsi di insegnamento, almeno 6 debbono essere costituite da attività didattiche frontali. L'allegato 2 specifica, per ogni corso di insegnamento, la ripartizione prevista fra lezioni, esercitazioni, altre forme di didattica assistita e studio individuale. Lo studio individuale non può essere comunque inferiore al 50% dell'impegno complessivo dello studente.

#### Calendario delle attività didattiche

Il calendario delle attività didattiche è stabilito in accordo al Regolamento didattico di Ateneo, ed è organizzato come segue.

- Le attività didattiche frontali iniziano tra la seconda metà di settembre e i primi di ottobre e sono suddivise in due semestri;
- Ciascun semestre è a sua volta suddiviso in un periodo iniziale di circa 14 settimane dedicato alla didattica frontale (con eventuali prove di valutazione intermedia e altre attività svolte dagli studenti, ove previste) ed un periodo di circa 5 settimane dedicato allo svolgimento degli esami;
- Il mese di settembre è dedicato allo svolgimento degli esami con possibilità di anticipare alla seconda metà di settembre l'inizio di alcune lezioni.

Prima dell'inizio delle lezioni di ciascun semestre, il Collegio Didattico definisce e rende pubblico il calendario delle attività didattiche e degli esami di profitto.

Il calendario è organizzato evitando, ove possibile, la sovrapposizione delle attività formative e degli esami erogati al collegio nello stesso anno di corso.

Prima dell'inizio delle lezioni ciascun docente rende noto attraverso la piattaforma GOMP, per ciascuno dei propri corsi di insegnamento: il programma dettagliato dell'insegnamento, i testi di riferimento e le modalità di svolgimento dello stesso, le modalità adottate per la valutazione dello studente.

La definizione del numero di appelli e la relativa suddivisione nelle sessioni è organizzata come segue:

Per gli insegnamenti erogati nel primo semestre dell'A.A. di riferimento:

- almeno tre appelli (almeno due nel caso di corsi che prevedono il ricorso a prove di valutazione intermedia) nella sessione di gennaio/febbraio;
- almeno due appelli nella sessione di giugno/luglio;
- almeno un appello nella sessione di settembre.

Per gli insegnamenti erogati nel secondo semestre dell'A.A. di riferimento:

- almeno tre appelli (almeno due nel caso di corsi che prevedono il ricorso a prove di valutazione intermedia) nella sessione di giugno/luglio;
- almeno un appello nella sessione di settembre;

- almeno due appelli nella sessione di gennaio/febbraio.

È possibile consultare/scaricare il calendario didattico dal sito web del Dipartimento al seguente indirizzo:  
<https://ingegneriacivileinformaticatecnologieaeronautiche.uniroma3.it/didattica/lezioni-aule-e-orari/>

### Tutorato

Il Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche organizza attività di tutorato, volte ad assistere gli studenti nell'apprendimento. Queste attività sono svolte, oltre che da professori, ricercatori e cultori della materia, anche da studenti di dottorato o di Laurea Magistrale (questi ultimi, solo per i corsi di Laurea), individuati per mezzo di apposite procedure. Gli studenti possono presentare richiesta di un tutor alla segreteria didattica del Collegio Didattico di Ingegneria Informatica dal 1 al 31 ottobre di ciascun anno accademico. Il Collegio approva le assegnazioni di tutor ai richiedenti entro il 31 dicembre di ciascun anno accademico.

### Esami di profitto e composizione delle commissioni

Per ogni corso di insegnamento è prevista una verifica dei risultati delle attività formative sotto forma di esami di profitto. Possono essere previste prove di valutazione intermedia da svolgersi durante il corso d'insegnamento corrispondente, del cui esito si potrà tener conto ai fini della valutazione finale. Tutte le prove di valutazione, intermedia e finale, si svolgeranno nei termini e con le modalità specificate dal docente prima dell'inizio delle lezioni e coerenti con le delibere del Collegio Didattico.

Le modalità di composizione delle commissioni degli esami di profitto sono quelle previste dall'Art. 15 del Regolamento Didattico di Ateneo.

### Studenti a tempo parziale

Lo studente che opta per il tempo parziale sottopone il piano di studio scelto all'approvazione del Collegio Didattico secondo quanto previsto dal Titolo III - Art. 12 del Regolamento Carriere degli Studenti.

Il numero dei crediti previsti per anno può variare fino ad un limite di 5 crediti in meno o in più, a seconda della ripartizione didattica prevista dal corso di studio.

Lo studente a tempo parziale non può usufruire di alcuna borsa di collaborazione.

### Studenti fuori corso

Le condizioni che determinano lo status di studente fuori corso sono quelle previste dall'Art. 9 del Regolamento Carriera Universitaria degli Studenti.

### Inclusione delle studentesse e degli studenti con disabilità o DSA

Il Corso di Studio promuove con il massimo impegno i percorsi di inclusione delle studentesse e degli studenti con disabilità o DSA in armonia con quanto stabilito dal Dipartimento. A tal proposito il Dipartimento individua un referente per tale questione.

Le modalità organizzative per studentesse/studenti con disabilità, atleti, genitori, studenti sottoposti a misure restrittive della libertà personale, caregiver, lavoratori, part-time e altre

specifiche categorie, sono disciplinate dal Regolamento carriera di Ateneo (Art.38 "Principi generali" e Art. 39, "Tutela della partecipazione alla vita universitaria").

Per gli studenti e le studentesse con disabilità e con DSA sono erogati numerosi servizi per consentire e agevolare la partecipazione alla vita universitaria, in riferimento alle specifiche esigenze di ognuno.

Per ciascuna attività formativa e per lo svolgimento degli esami di profitto da parte degli studenti con disabilità certificata e/o con disturbi specifici dell'apprendimento certificati, in adeguamento alla specifica situazione di disagio, come previsto dalle leggi n. 17/1999 e n. 170/2010 e successive modificazioni, sono adottate le necessarie misure dispensative e/o gli strumenti compensativi (Art. 14 "Esami di profitto" del Regolamento carriera di Ateneo).

Per quanto definito, si fa riferimento al "VADEMECUM per promuovere il processo di inclusione delle studentesse e degli studenti con disabilità o DSA" predisposto dall'Ateneo e disponibile al link <http://www.uniroma3.it/ateneo/uffici/ufficio-studenti-disabilita-dsa/>.

## **Art. 7. Articolazione del percorso formativo**

Il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale e dell'Automazione è articolato in due curricula:

- curriculum Automazione dei Sistemi Complessi, dedicato all'approfondimento degli aspetti di progettazione dei sistemi di automazione,
- curriculum Gestionale, dedicato all'approfondimento degli aspetti di progettazione dei sistemi gestionali.

La scelta del curriculum è obbligatoria al primo anno di corso.

Il corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale e dell'Automazione è organizzato con (i) un primo anno dedicato al consolidamento e al rafforzamento della formazione ingegneristica di primo livello nel campo gestionale e in quello dell'automazione e (ii) un secondo anno, dedicato all'acquisizione di conoscenze avanzate e d'avanguardia nell'ambito della ingegneria informatica, gestionale e dell'automazione. L'approfondimento delle conoscenze nelle aree Gestionale o dell'Automazione viene completato nell'ambito di appositi curriculum formativi e può essere perseguito anche attraverso esperienze internazionali (ad esempio, Erasmus, ecc.) e/o importanti attività di progettazione e ricerca in collegamento con il mondo del lavoro.

I percorsi formativi si articolano come indicato negli allegati n. 1 e 2 del presente regolamento nei quali, per ogni insegnamento, è indicato quanto segue:

- a. il SSD di riferimento;
- b. l'ambito disciplinare di riferimento;
- c. i CFU assegnati;
- d. la tipologia di attività formativa (base, caratterizzante, affine...);
- e. l'eventuale articolazione in moduli didattici;
- f. il carattere obbligatorio o a scelta e l'eventuale obbligo o meno di frequenza;

- g. le eventuali propedeuticità;
- h. l'eventuale mutuazione;
- i. le modalità di svolgimento di ciascun insegnamento (es. numero di ore di lezione, di esercitazione, di laboratorio ecc.);
- j. gli obiettivi formativi;
- k. le modalità di verifica dell'apprendimento/profitto (es. prova orale, prova scritta, prova scritta e orale ecc.) e le modalità di valutazione (voto in trentesimi, idoneità, ecc.);
- l. la metodologia di insegnamento (convenzionale, a distanza, mista);
- m. le modalità di verifica dei periodi di studio all'estero, nonché di verifica di altre competenze richieste.

Ulteriori dettagli sono forniti nell'allegato "Percorsi formativi del corso di laurea magistrale in ingegneria gestionale e dell'automazione" (Allegato n. 3) che è allegato al presente regolamento e ne costituisce parte integrante.

I criteri orientativi per la valutazione della prova finale e dell'intero curriculum degli studi ai fini della determinazione del voto finale sono definiti nel documento "Regolamento per la Prova Finale dei Corsi di Laurea Magistrale" (RPF-LM) che è allegato al presente regolamento e ne costituisce parte integrante (Allegato n.4).

## Art. 8. Piano di studio

Il piano di studio è l'insieme delle attività didattiche che è necessario sostenere per raggiungere il numero di crediti previsti per il conseguimento del titolo finale. L'eventuale frequenza di attività didattiche in sovrannumero e l'ammissione ai relativi appelli di esame è consentita esclusivamente tramite l'iscrizione a singoli insegnamenti, come stabilito dal Regolamento Carriera.

Le mancate presentazione e approvazione del piano di studio comportano l'impossibilità di prenotarsi agli esami, ad esclusione delle attività didattiche obbligatorie.

Tutti i piani di studio sono sottoposti all'approvazione del Consiglio del Collegio didattico. In caso di esito negativo lo studente dovrà presentare un nuovo piano di studio.

- Gli studenti laureati che si iscrivono al primo anno della laurea Magistrale devono presentare dal 1 al 31 ottobre il proprio piano di studio individuale *on line*.
- Gli studenti laureandi che si iscrivono al primo anno della laurea Magistrale devono presentare il piano di studio *on line* entro 15 giorni dalla loro immatricolazione e comunque non oltre il 31 marzo.
- Gli studenti che si iscrivono al primo anno della Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale e dell'Automazione provenienti da altro Ateneo o Corso di Studi di Roma Tre o Laurea in Ingegneria Informatica- curriculum Sistemi Informatici, o che abbiano sostenuto Basi di dati I dovranno contattare il docente responsabile della procedura entro 15 giorni dalla loro immatricolazione per il piano di studio individuale.

- Gli studenti che si iscrivono al primo anno della Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale e dell'Automazione che intendono inserire come attività formativa Machine Learning al posto di Basi di Dati I devono recarsi presso la segreteria didattica del collegio in orario di ricevimento studenti. Si ricorda che è necessario inserire Intelligenza Artificiale come esame a scelta libera dello studente al primo anno e Machine Learning al secondo anno.

Un piano di studio coerente con le regole previste nell'allegato "Percorsi formativi del corso di laurea magistrale in ingegneria gestionale e dell'automazione" (Allegato n. 3) viene approvato dal Consiglio senza istruttoria. Un piano di studio diverso (piano di studi individuale), presentabile in accordo all'art. 9 comma 5 del Regolamento Didattico di Ateneo, deve essere adeguatamente motivato ed è soggetto all'approvazione del Consiglio del Collegio Didattico dopo opportuna istruttoria. In caso di esito negativo lo studente dovrà presentare un nuovo piano di studio.

Gli studenti possono richiedere variazioni del piano di studio individuale ogni anno in due periodi: dal 1 al 31 ottobre, oppure dal 1 al 31 marzo nel caso in cui i nuovi corsi scelti vengano erogati nel secondo semestre. Non è consentito richiedere la variazione di un piano approvato nello stesso anno e periodo.

### **Art. 9. Mobilità internazionale**

Il Collegio Didattico favorisce il coinvolgimento degli studenti in attività formative presso istituzioni universitarie estere, ad esempio tramite programmi Erasmus o attraverso lo svolgimento del lavoro di tesi presso aziende, università o enti di ricerca esteri.

Gli studenti e le studentesse assegnatari di borsa di mobilità internazionale devono predisporre un *Learning Agreement* da sottoporre all'approvazione del/la docente coordinatore/trice disciplinare obbligatoriamente prima della partenza. Il riconoscimento degli studi compiuti all'estero e dei relativi crediti avverrà in conformità con quanto stabilito dal Regolamento Carriera e dai programmi di mobilità internazionale nell'ambito dei quali le borse di studio vengono assegnate

All'arrivo a Roma Tre, gli studenti e le studentesse in mobilità in ingresso presso il corso di studio devono sottoporre all'approvazione del/la docente coordinatore/trice disciplinare il *Learning Agreement* firmato dal referente accademico presso l'università di appartenenza.

### **Art. 10. Caratteristiche della prova finale**

La prova finale è costituita dalla discussione di una tesi originale, elaborata in modo autonomo dallo studente sotto la guida di un relatore ed eventualmente di uno o più co-relatori.

### **Art. 11. Modalità di svolgimento della prova finale**

La prova finale per il conseguimento della Laurea Magistrale è costituita dalla discussione in seduta pubblica di una tesi originale davanti a una commissione per l'esame finale per il conseguimento della laurea magistrale, composta da almeno cinque docenti e nominata dal Direttore del Dipartimento su proposta del Coordinatore del Collegio Didattico.

La tesi deve essere elaborata in modo autonomo dallo studente sotto la guida di un relatore ed eventualmente di uno o più co-relatori e deve dimostrare la padronanza degli argomenti, la capacità di operare in modo autonomo e un buon livello di comunicazione da parte dello studente. Prima della seduta, il Collegio Didattico può nominare un controrelatore, esperto della materia, che esamina la tesi e fornisce una valutazione indipendente e aggiuntiva rispetto a quella del relatore. Le modalità di dettaglio per lo svolgimento della prova finale e i criteri orientativi per la valutazione della prova finale e dell'intero curriculum degli studi ai fini della determinazione del voto finale sono definiti nel documento "Regolamento per la Prova Finale dei Corsi di Laurea Magistrale" (RPF-LM) che è allegato al presente regolamento e ne costituisce parte integrante (Allegato n.4).

La richiesta di assegnazione tesi (online) si può effettuare al raggiungimento di 60 CFU secondo la procedura indicata sul sito del Dipartimento e sul Portale dello Studente (<https://portalestudente.uniroma3.it/accedi/area-studenti/istruzioni/come-presentare-la-domanda-di-assegnazione-tesi/>). Tutte le informazioni relative ai modi ed ai tempi che regolano le presentazioni della domanda di laurea sono reperibili sul Portale dello studente <http://portalestudente.uniroma3.it/carriera/ammissione-allesame-di-laurea/>.

Per poter presentare la domanda preliminare di laurea lo studente, in ottemperanza al proprio piano di studi, deve avere conseguito almeno 70 CFU verbalizzati entro il termine stabilito per la presentazione della domanda preliminare di laurea relativa al Corso di Studio. Le scadenze e le modalità di presentazione della domanda di conseguimento titolo sono pubblicate sul Portale dello Studente.

Per quanto non espressamente qui disciplinato si rinvia al Regolamento didattico di Ateneo e al Regolamento Carriera.

## **Art. 12. Valutazione della qualità delle attività formative**

Il Collegio Didattico si avvale di un'apposita commissione per la qualità e l'autovalutazione, a cui partecipa almeno un rappresentante degli studenti, per il supporto alla valutazione di tutte le attività formative.

Il Coordinatore del Collegio Didattico promuove il coordinamento fra i responsabili delle attività formative, anche per ciò che riguarda le prove di valutazione e relaziona in Consiglio sui risultati della azione di coordinamento.

La verifica dell'efficacia e dell'efficienza delle attività formative definite dall'ordinamento didattico di ciascun corso di studi è svolta, anche usufruendo dei dati forniti dall'Ateneo, almeno sulla base delle seguenti azioni:

- valutazione diretta da parte degli studenti (tramite questionari di valutazione) dell'organizzazione e metodologia didattica di ogni singolo insegnamento;
- monitoraggio dei flussi studenteschi (numero di immatricolazioni, di abbandoni, di trasferimenti in ingresso e in uscita);
- monitoraggio dell'andamento del processo formativo (livello di superamento degli esami previsti nei diversi anni di corso, voto medio conseguito, ritardi registrati rispetto ai tempi preventivati dal percorso formativo);
- valutazione quantitativa e qualitativa dei risultati della formazione (numero dei laureati, durata complessiva degli studi, votazione finale conseguita);

- valutazione dell'efficienza delle strutture e dei servizi di supporto all'attività formativa
- pubblicizzazione dei risultati delle azioni di valutazione.

La commissione per la qualità e l'autovalutazione produce periodicamente rapporti di sintesi sulle diverse attività di valutazione, poi discussi dal Consiglio di Collegio Didattico che ne approva le versioni definitive.

Il Collegio Didattico riesamina periodicamente il piano dell'azione formativa alla luce dei risultati della valutazione, anche partecipando alle procedure di autovalutazione, valutazione e accreditamento previste dalla normativa vigente.

La Commissione Didattica della Giunta del Dipartimento coordina le attività di valutazione svolte dai collegi didattici.

### **Art. 13. Altre fonti normative**

Per quanto non espressamente qui disciplinato si rinvia al Regolamento didattico di Ateneo e al Regolamento Carriera.

### **Art. 14. Validità**

Le disposizioni del presente Regolamento si applicano a decorrere dall'A.A. 2024/2025 e rimangono in vigore per l'intero ciclo formativo (e per la relativa coorte studentesca) avviato a partire dal suddetto A.A. Si applicano inoltre ai successivi anni accademici e relativi percorsi formativi (e coorti) fino all'entrata in vigore di successive modifiche regolamentari.

Gli allegati richiamati nel presente Regolamento possono essere modificati da parte della struttura didattica competente, nell'ambito del processo annuale di programmazione didattica. Le modifiche agli allegati 1, 2 e 3 non sono considerate modifiche regolamentari. Gli allegati 1 e 2 sono resi pubblici anche mediante il sito [www.universitaly.it](http://www.universitaly.it).

### **Allegato 1**

Elenco delle attività formative previste per il corso di studio.

### **Allegato 2**

Elenco delle attività formative erogate per il presente anno accademico.

### **Allegato 3**

Percorsi formativi del corso di laurea magistrale in ingegneria gestionale e dell'automazione.

### **Allegato 4**

Regolamento per la prova finale dei Corsi di Laurea Magistrale.



## DIDATTICA PROGRAMMATA 2024/2025

### Ingegneria gestionale e dell'automazione (LM-32)

**Dipartimento:** INGEGNERIA CIVILE, INFORMATICA E DELLE TECNOLOGIE AERONAUTICHE

**Codice CdS:** 108654

**Codice SUA:** 1603661

**Area disciplinare:** ScientificoTecnologica

**Curricula previsti:**

- Gestionale
- Automazione dei sistemi complessi

#### CURRICULUM: Gestionale

##### Primo anno

##### Primo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>GRUPPO OPZIONALE Curriculum Gestionale I anno: due a scelta tra cinque insegnamenti</b>				
<b>GRUPPO OPZIONALE Curriculum Gestionale I anno: uno a scelta tra tre insegnamenti</b>				
<b>GRUPPO OPZIONALE Curriculum Gestionale: I ANNO uno a scelta tra due insegnamenti</b>				
20810208 - Decision Support Systems and Analytics <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	MAT/09	6	54	ITA
20802112 - SIMULAZIONE DI PROCESSI INDUSTRIALI E LOGISTICI <i>TAF B - Ingegneria informatica</i>	ING-INF/04	9	81	ITA
20810528 - TEORIA DEI SISTEMI E DEL CONTROLLO <i>TAF B - Ingegneria informatica</i>	ING-INF/04	9	81	ITA

##### Secondo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>GRUPPO OPZIONALE Curriculum Gestionale I anno: due a scelta tra cinque insegnamenti</b>				
<b>GRUPPO OPZIONALE Curriculum Gestionale I anno: uno a scelta tra tre insegnamenti</b>				
<b>GRUPPO OPZIONALE Curriculum Gestionale: I ANNO uno a scelta tra due insegnamenti</b>				
20810530 - MACROECONOMIA <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	ING-IND/35	6	54	ITA
20802073 - OTTIMIZZAZIONE DEI SERVIZI PUBBLICI <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	MAT/09	6	54	ITA

##### Secondo anno

##### Primo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
20801785 - CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO <i>TAF F - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro</i>		1	25	ITA

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>GRUPPO OPZIONALE Curriculum Gestionale: altre attività offerte (secondo anno ) e cfu a scelta libera dello studente</b>				
<b>20801762 - METODI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI MANAGERIALI</b> <i>TAF B - Ingegneria informatica</i>	ING-INF/04	9	81	ITA
<b>20801784 - OTTIMIZZAZIONE DELLA LOGISTICA</b> <i>TAF C - Attività formative affini o integrative</i>	MAT/09	9	81	ITA

## Secondo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20801785 - CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO</b> <i>TAF F - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro</i>		1	25	ITA
<b>20801786 - PROVA FINALE</b> <i>TAF E - Per la prova finale</i>		26	650	ITA

## CURRICULUM: Automazione dei sistemi complessi

### Primo anno

#### Primo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>GRUPPO OPZIONALE Curriculum Automazione dei Sistemi Complessi I anno : uno a scelta tra quattro insegnamenti</b>				
<b>GRUPPO OPZIONALE Curriculum Automazione dei Sistemi Complessi: I ANNO due a scelta tra quattro insegnamenti</b>				
<b>GRUPPO OPZIONALE Curriculum Automazione dei Sistemi Complessi: I ANNO uno a scelta tra due insegnamenti</b>				
<b>GRUPPO OPZIONALE Curriculum Automazione dei Sistemi Complessi: I ANNO uno a scelta tra tre insegnamenti</b>				
20802112 - SIMULAZIONE DI PROCESSI INDUSTRIALI E LOGISTICI <i>TAF B - Ingegneria informatica</i>	ING-INF/04	9	81	ITA
20810528 - TEORIA DEI SISTEMI E DEL CONTROLLO <i>TAF B - Ingegneria informatica</i>	ING-INF/04	9	81	ITA

#### Secondo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
20410163 - CFU A SCELTA DELLO STUDENTE <i>TAF D - A scelta dello studente</i>		6	54	ITA
<b>GRUPPO OPZIONALE Curriculum Automazione dei Sistemi Complessi I anno : uno a scelta tra quattro insegnamenti</b>				
<b>GRUPPO OPZIONALE Curriculum Automazione dei Sistemi Complessi: I ANNO due a scelta tra quattro insegnamenti</b>				
<b>GRUPPO OPZIONALE Curriculum Automazione dei Sistemi Complessi: I ANNO uno a scelta tra tre insegnamenti</b>				
20810158 - Model Identification and Data Analysis <i>TAF B - Ingegneria informatica</i>	ING-INF/04	6	54	ITA

### Secondo anno

#### Primo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
20801785 - CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO <i>TAF F - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro</i>		1	25	ITA
<b>GRUPPO OPZIONALE Curriculum Automazione dei Sistemi Complessi: altre attività offerte (secondo anno) e cfu a scelta libera dello studente</b>				
<b>GRUPPO OPZIONALE Curriculum Automazione dei Sistemi Complessi: II ANNO uno a scelta tra due insegnamenti</b>				
20802136 - CYBER PHYSICAL SYSTEMS <i>TAF B - Ingegneria informatica</i>	ING-INF/04	6	54	ITA
20802143 - ROBOTICA <i>TAF B - Ingegneria informatica</i>	ING-INF/04	9	81	ITA

#### Secondo semestre

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
20801785 - CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO <i>TAF F - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro</i>		1	25	ITA

Denominazione <i>(Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)</i>	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20801786 - PROVA FINALE</b> <i>TAF E - Per la prova finale</i>		26	650	ITA

## GRUPPI OPZIONALI

### GRUPPO OPZIONALE Curriculum Automazione dei Sistemi Complessi: I ANNO uno a scelta tra tre insegnamenti

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20810530 - MACROECONOMIA</b> TAF C - Attività formative affini o integrative	ING-IND/35	6	54	ITA
<b>20810534 - MISURE E TECNOLOGIE DEI CONTROLLI</b> TAF C - Attività formative affini o integrative	ING-IND/32	6	54	ITA
<b>20802073 - OTTIMIZZAZIONE DEI SERVIZI PUBBLICI</b> TAF C - Attività formative affini o integrative	MAT/09	6	54	ITA

### GRUPPO OPZIONALE Curriculum Automazione dei Sistemi Complessi I anno : uno a scelta tra quattro insegnamenti

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20801686 - BASI DI DATI</b> TAF B - Ingegneria informatica	ING-INF/05	6	54	ITA
<b>20810205 - Imprenditorialità digitale</b> TAF B - Ingegneria informatica	ING-INF/05	6	54	ITA
<b>20810322 - Intelligenza artificiale e machine learning</b> TAF B - Ingegneria informatica	ING-INF/05	6	54	ITA
<b>20801961 - SISTEMI OPERATIVI</b> TAF B - Ingegneria informatica	ING-INF/05	6	54	ITA

### GRUPPO OPZIONALE Curriculum Automazione dei Sistemi Complessi: I ANNO due a scelta tra quattro insegnamenti

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20810400 - ADVANCED CONTROL SYSTEMS</b> TAF B - Ingegneria informatica	ING-INF/04	6	54	ITA
<b>20810529 - Cybersecurity for Industrial IoT and Critical Infrastructures</b> TAF B - Ingegneria informatica	ING-INF/04	6	54	ITA
<b>20801761 - ELEMENTI DI ORGANIZZAZIONE</b> TAF B - Ingegneria informatica	ING-INF/04	6	54	ITA
<b>20801966 - GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE</b> TAF B - Ingegneria informatica	ING-INF/04	6	54	ITA

### GRUPPO OPZIONALE Curriculum Automazione dei Sistemi Complessi: altre attività offerte (secondo anno) e cfu a scelta libera dello studente

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20810209 - Complex robotic systems laboratory</b> TAF D - A scelta dello studente	ING-INF/04	3	27	ITA
<b>20810210 - Laboratorio di metodi decisionali</b> TAF D - A scelta dello studente	MAT/09	3	27	ITA

### GRUPPO OPZIONALE Curriculum Gestionale I anno: uno a scelta tra tre insegnamenti

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20801686 - BASI DI DATI</b> TAF B - Ingegneria informatica	ING-INF/05	6	54	ITA
<b>20810205 - Imprenditorialità digitale</b> TAF B - Ingegneria informatica	ING-INF/05	6	54	ITA
<b>20810322 - Intelligenza artificiale e machine learning</b> TAF B - Ingegneria informatica	ING-INF/05	6	54	ITA

**GRUPPO OPZIONALE Curriculum Gestionale I anno: due a scelta tra cinque insegnamenti**

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20810531 - ADVANCED PROJECT MANAGEMENT</b> TAF B - Ingegneria informatica	ING-INF/04	6	54	ITA
<b>20810529 - Cybersecurity for Industrial IoT and Critical Infrastructures</b> TAF B - Ingegneria informatica	ING-INF/04	6	54	ITA
<b>20801761 - ELEMENTI DI ORGANIZZAZIONE</b> TAF B - Ingegneria informatica	ING-INF/04	6	54	ITA
<b>20801966 - GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE</b> TAF B - Ingegneria informatica	ING-INF/04	6	54	ITA
<b>20810158 - Model Identification and Data Analysis</b> TAF B - Ingegneria informatica	ING-INF/04	6	54	ITA

**GRUPPO OPZIONALE Curriculum Gestionale: altre attività offerte (secondo anno ) e cfu a scelta libera dello studente**

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20810209 - Complex robotic systems laboratory</b> TAF D - A scelta dello studente		3	27	ITA
<b>20810210 - Laboratorio di metodi decisionali</b> TAF D - A scelta dello studente		3	27	ITA

**GRUPPO OPZIONALE Curriculum Automazione dei Sistemi Complessi: I ANNO uno a scelta tra due insegnamenti**

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20810399 - ECONOMIA E STRATEGIA AZIENDALE</b> TAF C - Attività formative affini o integrative	ING-IND/35	9	81	ITA
<b>20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI</b> TAF C - Attività formative affini o integrative	ING-IND/32	9	81	ITA

**GRUPPO OPZIONALE Curriculum Automazione dei Sistemi Complessi: II ANNO uno a scelta tra due insegnamenti**

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20810533 - DECISION SUPPORT SYSTEMS AND APPLICATIONS</b>				
MODULO - DECISION SUPPORT SYSTEMS AND ANALYTICS TAF C - Attività formative affini o integrative	MAT/09	6	54	ITA
MODULO - LABORATORIO DI METODI DECISIONALI TAF C - Attività formative affini o integrative	MAT/09	3	27	ITA
<b>20801784 - OTTIMIZZAZIONE DELLA LOGISTICA</b> TAF C - Attività formative affini o integrative	MAT/09	9	81	ITA

**GRUPPO OPZIONALE Curriculum Gestionale: I ANNO uno a scelta tra due insegnamenti**

Denominazione (Tipologia attività formativa (TAF) / Ambito disciplinare)	SSD	CFU	Ore	Lingua
<b>20810532 - BUSINESS AND OPERATION MANAGEMENT</b> TAF C - Attività formative affini o integrative	ING-IND/35	9	81	ITA
<b>20810399 - ECONOMIA E STRATEGIA AZIENDALE</b> TAF C - Attività formative affini o integrative	ING-IND/35	9	81	ITA

## TIPOLOGIE ATTIVITA' FORMATIVE (TAF)

Sigla	Descrizione
A	Base
B	Caratterizzanti
C	Attività formative affini o integrative
D	A scelta studente
E	Prova Finale o Per la conoscenza di almeno una lingua straniera
F	Ulteriori attività formative (art.10, comma 5, lettera d)
R	Attività formative in ambiti disciplinari affini o integrativi a quelli di base e caratterizzanti, anche con riguardo alle culture di contesto e alla formazione interdisciplinare
S	Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali



## OBIETTIVI FORMATIVI

### 20810400 - ADVANCED CONTROL SYSTEMS

#### Italiano

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. 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. 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.

#### Inglese

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. 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. 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. 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.

### 20810531 - ADVANCED PROJECT MANAGEMENT

#### Italiano

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.

#### Inglese

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.

### 20801686 - BASI DI DATI

#### Italiano

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.

#### Inglese

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.

### 20801686 - BASI DI DATI

#### Italiano

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.

#### Inglese

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.

### **20810532 - BUSINESS AND OPERATION MANAGEMENT**

#### **Italiano**

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.

#### **Inglese**

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.

### **20410163 - CFU A SCELTA DELLO STUDENTE**

#### **Italiano**

I 12 CFU a scelta libera dello studente possono essere usati per sostenere esami scegliendo liberamente tra gli esami offerti dall'Ateneo. Alcune regole ed alcune indicazioni: non possono essere scelte idoneità è fortemente consigliato includere solo esami offerti dal Dipartimento di Ingegneria o verificare con il docente di altro dipartimento la disponibilità dell'attività

#### **Inglese**

The 12 credits of the student's free choice can be used to take exams by freely choosing from the exams offered by the University. Some rules and some indications: eligibility cannot be chosen it is strongly recommended to include only exams offered by the Department of Engineering or check with the teacher of another department the availability of the activity

### **20810209 - Complex robotic systems laboratory**

#### **Italiano**

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.

#### **Inglese**

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.

### **20810209 - Complex robotic systems laboratory**

#### **Italiano**

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.

#### **Inglese**

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.

### **20801785 - CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO**

#### **Italiano**

Seminari a frequenza obbligatoria. Obiettivo del corso è presentare agli studenti conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro attraverso testimonianze dirette da protagonisti della realtà produttiva. Vengono illustrate le dinamiche di inserimento e di carriera in diverse tipologie di aziende (startup, pmi, multinazionale) in diversi settori merceologici (software integrator, aziende di servizi, aziende di prodotto, gruppi assicurativi e bancari, utility). Vengono insegnati soft skills, utili all'inserimento nel mondo del lavoro (preparazione del cv, preparazione per colloquio di lavoro). Vengono

inoltre introdotte nozioni di base del diritto del lavoro.

## Inglese

Frequency seminars mandatory The course aims to present the main soft skills for employment access through seminars held by speakers from the production reality. The seminaris illustrate the job and career dynamics in different types of companies (startups, SMEs, multinationals) in different sectors (software integrators, service companies, product companies, insurance and banking groups, utilities). Soft skills include how to write an effective CV, how to address the job interview. The course also introduces basic notions of labor laws.

### 20801785 - CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO

## Italiano

Seminari a frequenza obbligatoria. Obiettivo del corso è presentare agli studenti conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro attraverso testimonianze dirette da protagonisti della realtà produttiva. Vengono illustrate le dinamiche di inserimento e di carriera in diverse tipologie di aziende (startup, pmi, multinazionale) in diversi settori merceologici (software integrator, aziende di servizi, aziende di prodotto, gruppi assicurativi e bancari, utility). Vengono insegnati soft skills, utili all'inserimento nel mondo del lavoro (preparazione del cv, preparazione per colloquio di lavoro). Vengono inoltre introdotte nozioni di base del diritto del lavoro.

## Inglese

Frequency seminars mandatory The course aims to present the main soft skills for employment access through seminars held by speakers from the production reality. The seminaris illustrate the job and career dynamics in different types of companies (startups, SMEs, multinationals) in different sectors (software integrators, service companies, product companies, insurance and banking groups, utilities). Soft skills include how to write an effective CV, how to address the job interview. The course also introduces basic notions of labor laws.

### 20802136 - CYBER PHYSICAL SYSTEMS

## Italiano

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.

## Inglese

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.

### 20810529 - Cybersecurity for Industrial IoT and Critical Infrastructures

## Italiano

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.

## Inglese

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.

### 20810529 - Cybersecurity for Industrial IoT and Critical Infrastructures

## Italiano

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.

### Inglese

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.

#### **20810208 - Decision Support Systems and Analytics**

### Italiano

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

### Inglese

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.

#### **20810533 - DECISION SUPPORT SYSTEMS AND APPLICATIONS**

( *DECISION SUPPORT SYSTEMS AND ANALYTICS* )

### Italiano

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.

### Inglese

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.

#### **20810533 - DECISION SUPPORT SYSTEMS AND APPLICATIONS**

( *DECISION SUPPORT SYSTEMS AND ANALYTICS* )

### Italiano

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.

### Inglese

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.

#### **20810533 - DECISION SUPPORT SYSTEMS AND APPLICATIONS**

( *LABORATORIO DI METODI DECISIONALI* )

### Italiano

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.

## Inglese

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.

### 20810399 - ECONOMIA E STRATEGIA AZIENDALE

## Italiano

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

## Inglese

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.

### 20810399 - ECONOMIA E STRATEGIA AZIENDALE

## Italiano

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

## Inglese

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.

### 20801761 - ELEMENTI DI ORGANIZZAZIONE

## Italiano

Fornire le nozioni e sviluppare le logiche necessarie per comprendere la descrizione formale e il reale funzionamento delle organizzazioni di imprese, enti ed istituzioni, e le loro tendenze evolutive rispetto all'evoluzione del loro ambiente operativo. Introdurre all'analisi organizzativa portando lo studente a riuscire a ragionare 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.

## Inglese

Provide the notions and develop the logics necessary to understand the formal description and the actual functioning of firms and institutions, and their evolutionary tendencies related to the evolution of their operating environment. Introducing to organizational analysis, bringing the student to be able to think about the relationships between market, strategy, structure and processes from a total quality perspective and taking into account people's organizational behaviors and motivations.

### 20801761 - ELEMENTI DI ORGANIZZAZIONE

## Italiano

Fornire le nozioni e sviluppare le logiche necessarie per comprendere la descrizione formale e il reale funzionamento delle organizzazioni di imprese, enti ed istituzioni, e le loro tendenze evolutive rispetto all'evoluzione del loro ambiente operativo. Introdurre all'analisi organizzativa portando lo studente a riuscire a ragionare 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.

## Inglese

Provide the notions and develop the logics necessary to understand the formal description and the actual functioning of firms and institutions, and their evolutionary tendencies related to the evolution of their operating environment. Introducing to organizational analysis, bringing the student to be able to think about the relationships between market,

strategy, structure and processes from a total quality perspective and taking into account people's organizational behaviors and motivations.

## 20801966 - GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE

### Italiano

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.

### Inglese

This course is aimed 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, also discussing the differences between 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. furthermore, techniques for demand forecasting and implementation of just in time lean manufacturing systems are presented. 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.

## 20801966 - GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE

### Italiano

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.

### Inglese

This course is aimed 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, also discussing the differences between 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. furthermore, techniques for demand forecasting and implementation of just in time lean manufacturing systems are presented. 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.

## 20810205 - Imprenditorialità digitale

### Italiano

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.

### Inglese

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.

## 20810205 - Imprenditorialità digitale

### Italiano



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.

## Inglese

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.

### 20810322 - Intelligenza artificiale e machine learning

## Italiano

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 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.

## Inglese

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 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.

### 20810322 - Intelligenza artificiale e machine learning

## Italiano

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 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.

## Inglese

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 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.

### 20810210 - Laboratorio di metodi decisionali

## Italiano

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.

## Inglese

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

### 20810210 - Laboratorio di metodi decisionali



## Italiano

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.

## Inglese

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

### 20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI

## Italiano

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.

## Inglese

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.

### 20810530 - MACROECONOMIA

## Italiano

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.

## Inglese

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.

### 20810530 - MACROECONOMIA

## Italiano

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.

## Inglese

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.

### 20801762 - METODI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI MANAGERIALI

## Italiano

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.

### Inglese

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.

#### 20810534 - MISURE E TECNOLOGIE DEI CONTROLLI

### Italiano

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.

### Inglese

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.

#### 20810158 - Model Identification and Data Analysis

### Italiano

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.

### Inglese

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

#### 20810158 - Model Identification and Data Analysis

### Italiano

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.

### Inglese

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

#### 20802073 - OTTIMIZZAZIONE DEI SERVIZI PUBBLICI

### Italiano

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).

## Inglese

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

### 20802073 - OTTIMIZZAZIONE DEI SERVIZI PUBBLICI

## Italiano

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).

## Inglese

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

### 20801784 - OTTIMIZZAZIONE DELLA LOGISTICA

## Italiano

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.

## Inglese

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.

### 20801784 - OTTIMIZZAZIONE DELLA LOGISTICA

## Italiano

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.

## Inglese

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.

### 20801786 - PROVA FINALE

## Italiano

Per la prova finale consultare <https://ingegneria.uniroma3.it/didattica/tesi-ed-esame-di-laurea/norme-comuni/>  
<https://ingegneria.uniroma3.it/didattica/collegio-informatica/lauree-e-tirocini/laurea-magistrale/>

## Inglese

<https://ingegneria.uniroma3.it/didattica/tesi-ed-esame-di-laurea/norme-comuni/>  
<https://ingegneria.uniroma3.it/didattica/collegio-informatica/lauree-e-tirocini/laurea-magistrale/>

### 20801786 - PROVA FINALE

## Italiano

Per la prova finale consultare <https://ingegneria.uniroma3.it/didattica/tesi-ed-esame-di-laurea/norme-comuni/>  
<https://ingegneria.uniroma3.it/didattica/collegio-informatica/lauree-e-tirocini/laurea-magistrale/>

## Inglese

<https://ingegneria.uniroma3.it/didattica/tesi-ed-esame-di-laurea/norme-comuni/>  
<https://ingegneria.uniroma3.it/didattica/collegio-informatica/lauree-e-tirocini/laurea-magistrale/>

### 20802143 - ROBOTICA

## Italiano

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. Alla fine del corso lo studente avrà le conoscenze per partecipare a progetti che prevedendo lo sviluppo e l'utilizzo di tali dispositivi.

## Inglese

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.

### 20802112 - SIMULAZIONE DI PROCESSI INDUSTRIALI E LOGISTICI

## Italiano

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.

## Inglese

It gives a formal instruments to model information flows and to optimize the operation management of production systems, in particular of flexible manufacturing systems.

### 20802112 - SIMULAZIONE DI PROCESSI INDUSTRIALI E LOGISTICI

## Italiano

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.

## Inglese

It gives a formal instruments to model information flows and to optimize the operation management of production systems, in particular of flexible manufacturing systems.

### 20801961 - SISTEMI OPERATIVI

## Italiano

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.

## Inglese

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

### 20810528 - TEORIA DEI SISTEMI E DEL CONTROLLO

## Italiano

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.

## Inglese

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.

## 20810528 - TEORIA DEI SISTEMI E DEL CONTROLLO

## Italiano

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.

## Inglese

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.

## DIDATTICA EROGATA 2024/2025

### Ingegneria gestionale e dell'automazione (LM-32)

**Dipartimento:** INGEGNERIA CIVILE, INFORMATICA E DELLE TECNOLOGIE AERONAUTICHE  
**Codice CdS:** 108654

#### INSEGNAMENTI

#### Primo anno

#### Primo semestre

##### 20810531 - ADVANCED PROJECT MANAGEMENT ( - ING-INF/04 - 6 CFU - 54 ore - ITA )

*Curricula:* Gestionale

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
Da assegnare	54	Bando	

##### 20801686 - BASI DI DATI ( - ING-INF/05 - 6 CFU - 54 ore - ITA )

*Curricula:* Automazione dei sistemi complessi - Gestionale

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20801686 BASI DI DATI in Ingegneria Informatica e dell'Intelligenza Artificiale L-8 ATZENI PAOLO	27	
<b>Mutuato da:</b> 20801686 BASI DI DATI in Ingegneria Informatica e dell'Intelligenza Artificiale L-8 MERALDO PAOLO	27	
<b>Mutuato da:</b> 20801686 BASI DI DATI in Ingegneria Informatica e dell'Intelligenza Artificiale L-8 ATZENI PAOLO	27	
<b>Mutuato da:</b> 20801686 BASI DI DATI in Ingegneria Informatica e dell'Intelligenza Artificiale L-8 MERALDO PAOLO	27	

##### 20810208 - Decision Support Systems and Analytics ( - MAT/09 - 6 CFU - 54 ore - ITA )

*Curricula:* Gestionale

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
NICOSIA GAIA	54	Carico didattico	

##### 20810399 - ECONOMIA E STRATEGIA AZIENDALE ( - ING-IND/35 - 9 CFU - 81 ore - ITA )

*Curricula:* Automazione dei sistemi complessi - Gestionale

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
Da assegnare	81	Bando	
Da assegnare	81	Bando	

##### 20801761 - ELEMENTI DI ORGANIZZAZIONE ( - ING-INF/04 - 6 CFU - 54 ore - ITA )

*Curricula:* Automazione dei sistemi complessi - Gestionale

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
Da assegnare	54	Bando	
Da assegnare	54	Bando	

##### 20810322 - Intelligenza artificiale e machine learning ( - ING-INF/05 - 6 CFU - 54 ore - ITA )

**Curricula:** Automazione dei sistemi complessi - Gestionale

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
MICARELLI ALESSANDRO	32	Carico didattico	
SANSONETTI GIUSEPPE	22	Carico didattico	

**20801715 - MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI** ( - ING-IND/32 - 9 CFU - 81 ore - ITA )

**Curricula:** Automazione dei sistemi complessi

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20801715 MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI in Ingegneria aeronautica LM-20 LIDOZZI ALESSANDRO	72	

**20810534 - MISURE E TECNOLOGIE DEI CONTROLLI** ( - ING-IND/32 - 6 CFU - 54 ore - ITA )

**Curricula:** Automazione dei sistemi complessi

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
Da assegnare	54	Bando	

**20802112 - SIMULAZIONE DI PROCESSI INDUSTRIALI E LOGISTICI** ( - ING-INF/04 - 9 CFU - 81 ore - ITA )

**Curricula:** Automazione dei sistemi complessi

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
ADACHER LUDOVICA	81	Affidamento di incarico retribuito	N0

**20801961 - SISTEMI OPERATIVI** ( - ING-INF/05 - 6 CFU - 54 ore - ITA )

**Curricula:** Automazione dei sistemi complessi

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20801961 SISTEMI OPERATIVI in Ingegneria Informatica e dell'Intelligenza Artificiale L-8 IANNUCCI STEFANO	54	

**20810528 - TEORIA DEI SISTEMI E DEL CONTROLLO** ( - ING-INF/04 - 9 CFU - 81 ore - ITA )

**Curricula:** Automazione dei sistemi complessi - Gestionale

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
GASPARRI ANDREA	81	Carico didattico	

## Secondo semestre

**20810400 - ADVANCED CONTROL SYSTEMS** ( - ING-INF/04 - 6 CFU - 54 ore - ITA )

**Curricula:** Automazione dei sistemi complessi

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
LIPPI MARTINA	30	Carico didattico	
CAVONE GRAZIANA	24	Affidamento di incarico retribuito	

**20810532 - BUSINESS AND OPERATION MANAGEMENT** ( - ING-IND/35 - 9 CFU - 81 ore - ITA )

**Curricula:** Gestionale



**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
Da assegnare	81	Bando	

**20810529 - Cybersecurity for Industrial IoT and Critical Infrastructures ( - ING-INF/04 - 6 CFU - 54 ore - ITA )**

*Curricula: Automazione dei sistemi complessi - Gestionale*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
PANZIERI STEFANO	39	Carico didattico	
PANZIERI STEFANO	15	Affidamento di incarico retribuito	

**20801966 - GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE ( - ING-INF/04 - 6 CFU - 54 ore - ITA )**

*Curricula: Automazione dei sistemi complessi - Gestionale*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CAPUTO ANTONIO CASIMIRO	48	Carico didattico	
CAPUTO ANTONIO CASIMIRO	6	Affidamento a titolo gratuito	

**20810205 - Imprenditorialità digitale ( - ING-INF/05 - 6 CFU - 54 ore - ITA )**

*Curricula: Automazione dei sistemi complessi - Gestionale*

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
Mutuato da: 20810205 Imprenditorialità digitale in Ingegneria informatica LM-32		
Mutuato da: 20810205 Imprenditorialità digitale in Ingegneria informatica LM-32		

**20810530 - MACROECONOMIA ( - ING-IND/35 - 6 CFU - 54 ore - ITA )**

*Curricula: Automazione dei sistemi complessi - Gestionale*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
Da assegnare	54	Bando	
Da assegnare	54	Bando	

**20810158 - Model Identification and Data Analysis ( - ING-INF/04 - 6 CFU - 54 ore - ITA )**

*Curricula: Automazione dei sistemi complessi - Gestionale*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
PASCUCCI FEDERICA	54	Carico didattico	

**20802073 - OTTIMIZZAZIONE DEI SERVIZI PUBBLICI ( - MAT/09 - 6 CFU - 54 ore - ITA )**

*Curricula: Automazione dei sistemi complessi - Gestionale*

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
D'ARIANO ANDREA	54	Carico didattico	

**Secondo anno**

**Primo semestre**

**20810209 - Complex robotic systems laboratory ( - - 3 CFU - 27 ore - ITA )**

**Curricula:** Automazione dei sistemi complessi

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
GASPARRI ANDREA	27	Carico didattico	

**20801785 - CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO ( - - 1 CFU - 25 ore - ITA )**

**Curricula:** Automazione dei sistemi complessi - Gestionale

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20801785 CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO in Ingegneria informatica LM-32 MERIALDO PAOLO	25	
<b>Mutuato da:</b> 20801785 CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO in Ingegneria informatica LM-32 MERIALDO PAOLO	25	

**20802136 - CYBER PHYSICAL SYSTEMS ( - ING-INF/04 - 6 CFU - 54 ore - ITA )**

**Curricula:** Automazione dei sistemi complessi

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
CAVONE GRAZIANA	54	Carico didattico	N0

**20810210 - Laboratorio di metodi decisionali ( - - 3 CFU - 27 ore - ITA )**

**Curricula:** Automazione dei sistemi complessi - Gestionale

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
NICOSIA GAIA	15	Affidamento a titolo gratuito	
NICOSIA GAIA	12	Carico didattico	

**20801762 - METODI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI MANAGERIALI ( - ING-INF/04 - 9 CFU - 81 ore - ITA )**

**Curricula:** Gestionale

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
Da assegnare	81	Bando	N0

**20801784 - OTTIMIZZAZIONE DELLA LOGISTICA ( - MAT/09 - 9 CFU - 81 ore - ITA )**

**Curricula:** Automazione dei sistemi complessi

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
PACCIARELLI DARIO	66	Carico didattico	
PACCIARELLI DARIO	15	Affidamento a titolo gratuito	

**20802143 - ROBOTICA ( - ING-INF/04 - 9 CFU - 81 ore - ITA )**

**Curricula:** Automazione dei sistemi complessi

**Docenti:**

Nominativo	Ore	Tipo incarico	Canale
LIPPI MARTINA	60	Carico didattico	
GASPARRI ANDREA	12	Carico didattico	
GASPARRI ANDREA	9	Affidamento di incarico retribuito	

## Secondo semestre

**20801785 - CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO ( - - 1 CFU - 25 ore - ITA )**

**Curricula:** Automazione dei sistemi complessi - Gestionale

**Mutuazioni:**

Dettaglio	Ore	Canale
<b>Mutuato da:</b> 20801785 CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO in Ingegneria informatica LM-32 MERALDO PAOLO	25	
<b>Mutuato da:</b> 20801785 CONOSCENZE UTILI PER L'INSERIMENTO NEL MONDO DEL LAVORO in Ingegneria informatica LM-32 MERALDO PAOLO	25	

## INCARICHI DIDATTICI DEL CORSO DI LAUREA

Nominativo	Tot.Ore	Tipo incarico	Ore	Attività didattica
ADACHER LUDOVICA	81	Affidamento di incarico retribuito	81	20802112 - SIMULAZIONE DI PROCESSI INDUSTRIALI E LOGISTICI
CAPUTO ANTONIO CASIMIRO	54	Affidamento a titolo gratuito	6	20801966 - GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE
		Carico didattico	48	20801966 - GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE
		Affidamento a titolo gratuito	6	20801966 - GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE
		Carico didattico	48	20801966 - GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE
CAVONE GRAZIANA	78	Affidamento di incarico retribuito	24	20810400 - ADVANCED CONTROL SYSTEMS
		Carico didattico	54	20802136 - CYBER PHYSICAL SYSTEMS
D'ARIANO ANDREA	54	Carico didattico	54	20802073 - OTTIMIZZAZIONE DEI SERVIZI PUBBLICI
		Carico didattico	54	20802073 - OTTIMIZZAZIONE DEI SERVIZI PUBBLICI
GASPARRI ANDREA	129	Carico didattico	27	20810209 - Complex robotic systems laboratory
		Carico didattico	12	20802143 - ROBOTICA
		Affidamento di incarico retribuito	9	20802143 - ROBOTICA
		Carico didattico	81	20810528 - TEORIA DEI SISTEMI E DEL CONTROLLO
LIPPI MARTINA	90	Carico didattico	30	20810400 - ADVANCED CONTROL SYSTEMS
		Carico didattico	60	20802143 - ROBOTICA
MICARELLI ALESSANDRO	32	Carico didattico	32	20810322 - Intelligenza artificiale e machine learning
		Carico didattico	32	20810322 - Intelligenza artificiale e machine learning
NICOSIA GAIA	81	Carico didattico	54	20810208 - Decision Support Systems and Analytics
		Affidamento a titolo gratuito	15	20810210 - Laboratorio di metodi decisionali
		Carico didattico	12	20810210 - Laboratorio di metodi decisionali
		Affidamento a titolo gratuito	15	20810210 - Laboratorio di metodi decisionali
		Carico didattico	12	20810210 - Laboratorio di metodi decisionali
PACCIARELLI DARIO	81	Affidamento a titolo gratuito	15	20801784 - OTTIMIZZAZIONE DELLA LOGISTICA
		Carico didattico	66	20801784 - OTTIMIZZAZIONE DELLA LOGISTICA
PANZIERI STEFANO	54	Carico didattico	39	20810529 - Cybersecurity for Industrial IoT and Critical Infrastructures
		Affidamento di incarico retribuito	15	20810529 - Cybersecurity for Industrial IoT and Critical Infrastructures
		Carico didattico	39	20810529 - Cybersecurity for Industrial IoT and Critical Infrastructures
		Affidamento di incarico retribuito	15	20810529 - Cybersecurity for Industrial IoT and Critical Infrastructures
PASCUCCI FEDERICA	54	Carico didattico	54	20810158 - Model Identification and Data Analysis
		Carico didattico	54	20810158 - Model Identification and Data Analysis
SANSONETTI GIUSEPPE	22	Carico didattico	22	20810322 - Intelligenza artificiale e machine learning
		Carico didattico	22	20810322 - Intelligenza artificiale e machine learning
DOCENTE NON DEFINITO	648	Bando	54	20810531 - ADVANCED PROJECT MANAGEMENT
		Bando	81	20810532 - BUSINESS AND OPERATION MANAGEMENT
		Bando	81	20810399 - ECONOMIA E STRATEGIA AZIENDALE
		Bando	81	20810399 - ECONOMIA E STRATEGIA AZIENDALE
		Bando	54	20801761 - ELEMENTI DI ORGANIZZAZIONE
		Bando	54	20801761 - ELEMENTI DI ORGANIZZAZIONE
		Bando	54	20810530 - MACROECONOMIA
		Bando	54	20810530 - MACROECONOMIA
		Bando	81	20801762 - METODI DI SUPPORTO ALLE DECISIONI MANAGERIALI
		Bando	54	20810534 - MISURE E TECNOLOGIE DEI CONTROLLI
<b>Totale ore</b>	<b>1458</b>			

## CONTENUTI DIDATTICI

### 20810400 - ADVANCED CONTROL SYSTEMS

**Docente:** CAVONE GRAZIANA

#### Italiano

##### Prerequisiti

Fondamenti di Automatica e preferibilmente Dynamics and Control of Complex Systems e Robotica

##### Programma

Introduzione ai sistemi multi-agente Ripasso di teoria delle matrici con enfasi sulla teoria di Perron-Frobenius Teoria dei grafi e teoria algebrica dei grafi Analisi di stabilità per sistemi connessi Esempi di coordinamento di sistemi multi-robot Introduzione al Model Predictive Control (MPC) e fondamenti matematici Formulazione del problema del MPC Stabilità del MPC MPC per sistemi multi-agente

##### Testi

- F. Bullo, Lectures on Network Systems, CreateSpace Independent Publishing Platform, ISBN #978-1986425643, 2022 - Camacho, E. F., & Bordons, C., Model Predictive control, Springer, ISBN: 978-1-85233-694-3, 2013. - Note e dispense del docente

##### Bibliografia di riferimento

- Veysel Gazi and Kevin Passino. 2011. Swarm Stability and Optimization. Springer Publishing Company, Incorporated. ISBN 978-3642422706 - F. Bullo, J. Cortes, and S. Martinez, Distributed Control of Robotic Networks: A Mathematical Approach to Motion Coordination Algorithms, Princeton University Press, Princeton, NJ, USA, 2009. - M. Mesbahi and M. Egerstedt, Graph Theoretic Methods for Multiagent Networks, Princeton University Press, Princeton, NJ, 2010. - Maciejowski, J., Predictive Control with Constraints, Pearson Education POD, 2002. - Rossiter, J. A., Model-Based Predictive Control: A Practical Approach, CRC Press, 2003. - Maestre, J. M., & Negenborn, R. R. (Eds.). (2014). Distributed model predictive control made easy (Vol. 69). Dordrecht, Netherlands: Springer.

##### Modalità erogazione

Testi da definire

##### Modalità di valutazione

L'esame consta di una prova orale per approfondire gli aspetti teorici del corso e di una tesina per approfondire gli aspetti pratici del corso.

#### English

##### Prerequisites

Fundamentals Of Automatic Control and possibly Dynamics and Control of Complex Systems and Robotics

##### Programme

Introduction to multi-agent systems Review of matrix theory with emphasis on Perron-Frobenius theory Graph theory and algebraic graph theory Stability analysis for connected systems Examples of coordination of multi-robot systems Introduction to Model Predictive Control and mathematical fundamentals Formulation of the MPC Problem Stability of MPC MPC for Multi-agent Systems

##### Reference books

- F. Bullo, Lectures on Network Systems, CreateSpace Independent Publishing Platform, ISBN #978-1986425643, 2022 - Camacho, E. F., & Bordons, C., Model Predictive control, Springer, ISBN: 978-1-85233-694-3, 2013. - Lecture notes

##### Reference bibliography

- Veysel Gazi and Kevin Passino. 2011. Swarm Stability and Optimization. Springer Publishing Company, Incorporated. ISBN 978-3642422706 - F. Bullo, J. Cortes, and S. Martinez, Distributed Control of Robotic Networks: A Mathematical Approach to Motion Coordination Algorithms, Princeton University Press, Princeton, NJ, USA, 2009. - M. Mesbahi and M. Egerstedt, Graph Theoretic Methods for Multiagent Networks, Princeton University Press, Princeton, NJ, 2010. - Maciejowski, J., Predictive Control with Constraints, Pearson Education POD, 2002. - Rossiter, J. A., Model-Based Predictive Control: A Practical Approach, CRC Press, 2003. - Maestre, J. M., & Negenborn, R. R. (Eds.). (2014). Distributed model predictive control made easy (Vol. 69). Dordrecht, Netherlands: Springer.

##### Study modes

-

##### Exam modes

-

### 20810400 - ADVANCED CONTROL SYSTEMS

**Docente:** LIPPI MARTINA

#### Italiano

##### Prerequisiti

Fondamenti di Automatica e preferibilmente Dynamics and Control of Complex Systems e Robotica

##### Programma

- Introduzione ai sistemi multi-agente - Ripasso di teoria delle matrici con enfasi sulla teoria di Perron-Frobenius - Teoria dei grafi e

teoria algebrica dei grafi - Analisi di stabilità per sistemi connessi - Esempi di coordinamento di sistemi multi-robot - Introduzione al Model Predictive Control (MPC) e fondamenti matematici - Formulazione del problema del MPC - Stabilità del MPC - MPC per sistemi multi-agente

### Testi

- F. Bullo, Lectures on Network Systems, CreateSpace Independent Publishing Platform, ISBN #978-1986425643, 2022 - Camacho, E. F., & Bordons, C., Model Predictive control, Springer, ISBN: 978-1-85233-694-3, 2013. - Note e dispense del docente

### Bibliografia di riferimento

- Veysel Gazi and Kevin Passino. 2011. Swarm Stability and Optimization. Springer Publishing Company, Incorporated. ISBN 978-3642422706 - F. Bullo, J. Cortes, and S. Martinez, Distributed Control of Robotic Networks: A Mathematical Approach to Motion Coordination Algorithms, Princeton University Press, Princeton, NJ, USA, 2009. - M. Mesbahi and M. Egerstedt, Graph Theoretic Methods for Multiagent Networks, Princeton University Press, Princeton, NJ, 2010. - Maciejowski, J., Predictive Control with Constraints, Pearson Education POD, 2002. - Rossiter, J. A., Model-Based Predictive Control: A Practical Approach, CRC Press, 2003. - Maestre, J. M., & Negenborn, R. R. (Eds.). (2014). Distributed model predictive control made easy (Vol. 69). Dordrecht, Netherlands: Springer.

### Modalità erogazione

Testi da definire

### Modalità di valutazione

L'esame consta di una prova orale per approfondire gli aspetti teorici del corso e di una tesina per approfondire gli aspetti pratici del corso.

### English

#### Prerequisites

Fundamentals Of Automatic Control and possibly Dynamics and Control of Complex Systems and Robotics

#### Programme

- Introduction to multi-agent systems - Review of matrix theory with emphasis on Perron-Frobenius theory - Graph theory and algebraic graph theory - Stability analysis for connected systems - Examples of coordination of multi-robot systems - Introduction to Model Predictive Control and mathematical fundamentals - Formulation of the MPC Problem - Stability of MPC - MPC for Multi-agent Systems

#### Reference books

- F. Bullo, Lectures on Network Systems, CreateSpace Independent Publishing Platform, ISBN #978-1986425643, 2022 - Camacho, E. F., & Bordons, C., Model Predictive control, Springer, ISBN: 978-1-85233-694-3, 2013. - Lecture notes

#### Reference bibliography

- Veysel Gazi and Kevin Passino. 2011. Swarm Stability and Optimization. Springer Publishing Company, Incorporated. ISBN 978-3642422706 - F. Bullo, J. Cortes, and S. Martinez, Distributed Control of Robotic Networks: A Mathematical Approach to Motion Coordination Algorithms, Princeton University Press, Princeton, NJ, USA, 2009. - M. Mesbahi and M. Egerstedt, Graph Theoretic Methods for Multiagent Networks, Princeton University Press, Princeton, NJ, 2010. - Maciejowski, J., Predictive Control with Constraints, Pearson Education POD, 2002. - Rossiter, J. A., Model-Based Predictive Control: A Practical Approach, CRC Press, 2003. - Maestre, J. M., & Negenborn, R. R. (Eds.). (2014). Distributed model predictive control made easy (Vol. 69). Dordrecht, Netherlands: Springer.

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20810209 - Complex robotic systems laboratory

**Docente:** GASPARRI ANDREA

### Italiano

#### Prerequisiti

Nessuno

#### Programma

1. Introduzione al sistema operativo robot (ROS) 2. Architettura ROS: Nodes, Messages, Topics, Services e Parameters 3. Ambiente di simulazione Gazebo 4. Cinematica del robot con azionamento differenziale 5. Strumenti della GUI ROS (Rviz e Rqt) 6. Stack di navigazione

#### Testi

Testo Principale - Lentin Joseph. 2018. Robot Operating System for Absolute Beginners. Apress, USA. Testo Suggesto - Lentin Joseph and Jonathan Cacace. 2018. Mastering ROS for Robotics Programming - Second Edition: Design, build, and simulate complex robots using the Robot Operating System (2nd. ed.). Packt Publishing.

#### Bibliografia di riferimento

Nessuno

#### Modalità erogazione

Tradizionale

## Modalità di valutazione

Valutazione progetto

## English

### Prerequisites

None

### Programme

1. An Introduction to Robot Operating System (ROS) 2. Understanding ROS Nodes, Messages, Topics, Services and Parameters 3. Understanding Gazebo Simulation Environment 4. Understanding the Differential Drive Robot Kinematics 5. Understanding the ROS GUI Tools (Rviz and Rqt) 6. Understanding the Navigation Stack

### Reference books

Course Textbook - Lentin Joseph. 2018. Robot Operating System for Absolute Beginners. Apress, USA. Recommended Textbook - Lentin Joseph and Jonathan Cacace. 2018. Mastering ROS for Robotics Programming - Second Edition: Design, build, and simulate complex robots using the Robot Operating System (2nd. ed.). Packt Publishing.

### Reference bibliography

None

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20802136 - CYBER PHYSICAL SYSTEMS

**Docente:** CAVONE GRAZIANA

## Italiano

### Prerequisiti

Pur non essendoci alcuna propedeuticità per questo corso, è fortemente consigliato che lo studente abbia conoscenze di base di sistemi di controllo, elaborazione dei segnali, sistemi operativi e reti di calcolatori.

### Programma

- Introduzione ai CPS: applicazioni e sistemi - Modelli per i CPS - Sistemi di comunicazione per i CPS: standards, comunicazione wireless e tecnologie correlate - Sistemi in tempo reale - Sistemi di fusione sensoriale avanzati: tecniche di inferenza - Sistemi di fault diagnosis: detection-isolation-identification di anomalie basate sul modello - Sistemi di identificazione di attacchi cyber basati sul modello del sistema: attacchi evoluti a CPS

### Testi

Dispense del docente Articoli scientifici

### Bibliografia di riferimento

'Model-based fault diagnosis techniques. Design schemes, Algorithms, and Tools'. Steven X. Ding, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008

### Modalità erogazione

Il corso viene erogato attraverso lezioni frontali classiche e attività di esercitazione in aula e in laboratorio su problemi di definizione e progettazione di sistemi Cyber Physical.

### Modalità di valutazione

Prova scritta Prova orale Valutazione progetto Valutazione in itinere

## English

### Prerequisites

No prerequisites are needed for this course, but it is preferable that the student has knowledge of control systems, signals elaboration, operative systems, and computer networks.

### Programme

- Introduction to CPS: applications and evolution - Modeling CPS - Communication standards and technologies for CPS - Real time system - Advanced data fusion model: inference techniques - Fault diagnosis: model based detection-isolation-identification of anomalies - Model based anomaly detection for cyber attacks

### Reference books

Notes of the course Scientific papers

### Reference bibliography

'Model-based fault diagnosis techniques. Design schemes, Algorithms, and Tools'. Steven X. Ding, Springer-Verlag Berlin Heidelberg,



2008

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20802136 - CYBER PHYSICAL SYSTEMS

**Canale:**N0

**Docente:** CAVONE GRAZIANA

### Italiano

#### Prerequisiti

Pur non essendoci alcuna propedeuticità per questo corso, è fortemente consigliato che lo studente abbia conoscenze di base di sistemi di controllo, elaborazione dei segnali, sistemi operativi e reti di calcolatori.

#### Programma

- Introduzione ai CPS: applicazioni e sistemi - Modelli per i CPS - Sistemi di comunicazione per i CPS: standards, comunicazione wireless e tecnologie correlate - Sistemi in tempo reale - Sistemi di fault diagnosis: detection-isolation-identification di anomalie basate sul modello - Sistemi di identificazione di attacchi cyber basati sul modello del sistema: attacchi evoluti a CPS

#### Testi

Dispense del docente Articoli scientifici

#### Bibliografia di riferimento

'Model-based fault diagnosis techniques. Design schemes, Algorithms, and Tools'. Steven X. Ding, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008

#### Modalità erogazione

Il corso viene erogato attraverso lezioni frontali classiche e attività di esercitazione in aula e in laboratorio su problemi di definizione e progettazione di sistemi Cyber Physical.

#### Modalità di valutazione

Prova scritta Prova orale Valutazione progetto Valutazione in itinere

### English

#### Prerequisites

No prerequisites are needed for this course, but it is preferable that the student has knowledge of control systems, signals elaboration, operative systems, and computer networks.

#### Programme

- Introduction to CPS: applications and evolution - Modeling CPS - Communication standards and technologies for CPS - Real time system - Fault diagnosis: model based detection-isolation-identification of anomalies - Model based anomaly detection for cyber attacks

#### Reference books

Notes of the course Scientific papers

#### Reference bibliography

'Model-based fault diagnosis techniques. Design schemes, Algorithms, and Tools'. Steven X. Ding, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20810529 - Cybersecurity for Industrial IoT and Critical Infrastructures

**Docente:** PANZIERI STEFANO

### Italiano

#### Prerequisiti

nessun prerequisito

#### Programma

Interdipendenza e complessità nei sistemi infrastrutturali e nella gestione delle emergenze. Valutazione del rischio interconnesso. CISIApro 2.0. Direttiva NIS. Sale Controllo. GDPR/ Perimetro Digitale. Introduzione all'Analisi del Rischio in sistemi interdipendenti. Modellazione MHR. Reti Complesse. Vulnerabilità sistemi di controllo industriali. Vulnerabilità dei protocolli. Attacchi informatici a

sistemi di controllo industriale. Smart Behavioral Filter. Hands-on ICS Decision Support Systems. Building Automation Systems. Smart Cities. IoT Introduzione. IoT Database. Distribuzione Energia Elettrica. Rete Idrica. Sistemi per il monitoraggio delle reti industriali. IoT Cloud

### Testi

Appunti del docente

### Bibliografia di riferimento

Critical Infrastructure: Homeland Security and Emergency Preparedness, Fourth Edition. CRC Press; 4° edizione (31 marzo 2021)

### Modalità erogazione

Lezioni in presenza in aula. Saranno messe a disposizione registrazioni relative agli anni precedenti.

### Modalità di valutazione

Prova orale, valutazione progetto.

### English

### Prerequisites

none

### Programme

Interdependency and complexity within infrastructural systems and in emergency management. CISIApro 2.0. NIS directive. Control rooms. GDPR. Introduction to risk analysis in interdependent systems. MHR modelling. Complex networks. Vulnerability of industrial control systems. Cyber attacks to ICS. Smart Behavioral Filter. Hands-on ICS. Decision Support Systems. Building Automation Systems. Smart Cities. Introduction to IoT. IoT Database. IoT Cloud.

### Reference books

Notes of the professor

### Reference bibliography

Critical Infrastructure: Homeland Security and Emergency Preparedness, Fourth Edition. CRC Press; 4° edizione (31 marzo 2021)

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20810208 - Decision Support Systems and Analytics

**Docente:** NICOSIA GAIA

### Italiano

### Prerequisiti

Nozioni di base di Ricerca Operativa

### Programma

- Panoramica sui sistemi di supporto alle decisioni (DSS). Model Driven DSS. - Richiami di modellazione (esempi di formulazioni PL, PLI e PNL). Cenni alla complessità computazionale. - Generalità su Business Analytics. Predictive analytics, alberi di classificazione ottimi, esempi. Prescriptive analytics. - Algoritmi euristici: Euristiche Costruttive, Ricerca Locale, Ricerca Locale a profondità variabile, Tabu Search, Simulated Annealing, Algoritmi Genetici, GRASP, Iterated Local Search, Variable Neighborhood Search, Guided Local Search, Ant Colony Optimization, PSO, Scatter Search, Path relinking... - Ottimizzazione robusta. - Studio di casi reali: (1) ottimizzazione dei flussi nella distribuzione di cibi surgelati dagli impianti di produzione ai rivenditori, (2) ottimizzazione dei turni del personale sanitario nei reparti ospedalieri, (3) ottimizzazione dei percorsi per la raccolta di materiale biologico per analisi di laboratorio, (4) gestione ottima del magazzino di un'azienda che si occupa di vendite online, (5) ottimizzazione della supply chain nel mondo della moda.

### Testi

1. Modelli e metodi decisionali in condizioni di incertezza e rischio, di G. Ghiani, R. Musmanno (a cura di), McGraw-Hill Education, 2009.
2. Slide e materiale didattico fornito dal docente

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Lezioni principalmente di didattica frontale sia alla lavagna sia con slide proiettate. Analisi di alcuni casi di studio.

### Modalità di valutazione

La verifica dell'apprendimento avviene attraverso una prova scritta della durata di circa 2 ore. Lo scritto è organizzato attraverso un certo numero di domande, finalizzate a verificare il livello di comprensione effettiva dei concetti e la capacità degli studenti di applicarli in contesti reali. La prova scritta sarà integrata o con una prova orale o con lo svolgimento di un progetto da svolgere in laboratorio sotto la guida del docente.

### English

## Prerequisites

Operations Research basics

## Programme

Overview on decision making and Decision Support Systems (DSS). Model Driven DSS. Mathematical modeling (examples of LP, ILP, and NLP formulations). Basics on computational complexity. Introduction to Business Analytics. Predictive analytics, optimal classification trees, examples. Prescriptive analytics. Heuristic algorithms: constructive heuristics, local search, variable depth local search, Tabu Search, Simulated Annealing, genetic algorithms, GRASP, Iterated Local Search, Variable Neighborhood Search, Guided Local Search, Ant Colony Optimization, PSO, Scatter Search, Path relinking... Robust Optimization. Study of real world cases (optimization of the flows in the distribution of frozen food, optimization of staff shifts in hospital departments, optimal routing for the collection of material for laboratory analysis, optimal management of the warehouse of a company that deals with online sales, ....).

## Reference books

1. Modelli e metodi decisionali in condizioni di incertezza e rischio, di G. Ghiani, R. Musmanno (a cura di), McGraw-Hill Education, 2009.
2. Slides e notes given by the lecturer

## Reference bibliography

-

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20801966 - GESTIONE DELLA PRODUZIONE INDUSTRIALE

**Docente:** CAPUTO ANTONIO CASIMIRO

## Italiano

### Prerequisiti

Non ci sono prerequisiti

### Programma

Il sistema azienda: struttura, obiettivi, funzioni aziendali, le tipologie di struttura organizzativa. Classificazione dei sistemi di produzione. Le misure di prestazione dei sistemi di produzione. Rappresentazione e mappatura dei processi di produzione. Tecniche per la stima delle prestazioni dei sistemi produttivi. Legami tra WIP, Throughput e Tempo di attraversamento ed influenza della variabilità. Approcci alla diagnostica e miglioramento delle prestazioni dei sistemi manifatturieri. Il dimensionamento dei lotti di produzione (lotto economico di produzione ed estensione al caso multiprodotto). La produzione per campagne (determinazione del numero ottimale di campagne e della loro durata ottimale). Effetto della dimensione dei lotti sul tempo di attraversamento. La previsione della domanda. Gli elementi che caratterizzano la domanda e la sua variabilità (fluttuazioni random, trend, stagionalità e ciclicità). Tecniche previsionali qualitative e quantitative. Metodi causali basati su regressione lineare. Metodi basati su serie storiche (media mobile, media mobile pesata, media con smorzamento esponenziale con e senza trend). Metodi di stima della domanda stagionale. Criteri di stima degli errori di previsione (CFE, MAPE, MAD, TS). La previsione di domanda per i nuovi prodotti (stime della dimensione del mercato e modello di Bass). Pianificazione, programmazione e controllo della produzione. Analisi P-Time e D-Time, la legge di Little. Logiche di gestione Push e Pull. Produzione a magazzino (Make to Stock) e produzione su commessa (Assemble to Order, Make to Order ed Engineering to Order). Gerarchia delle fasi di pianificazione, programmazione e controllo e le loro interazioni con le decisioni strategiche e la pianificazione della capacità produttiva. Pianificazione aggregata. Criteri di adeguamento della capacità produttiva alla domanda. Metodi empirici (piani zero-inventory, piani level work force, piani misti) e modelli di ottimizzazione LP per la redazione del piano aggregato. Il Piano Principale di Produzione. Criteri per la disaggregazione del piano aggregato e redazione del Piano principale di Produzione. La gestione della distinta base. Piano principale di produzione MTS E ATO. Programmazione di medio periodo e pianificazione dei fabbisogni. Il metodo MRPI e II. La verifica di capacità (Capacity Requirements Planning). Criteri di lottizzazione dei fabbisogni. Stima capacità Available to Promise. Limiti e vincoli del sistema MRP. Programmazione operativa. I piani operativi di produzione ed il Final Assembly Schedule. Criteri operativi e tecniche euristiche per lo scheduling delle risorse e l'assegnazione delle priorità. Sequencing di linee di produzione multimodel e mixed model. Il controllo avanzamento della produzione. Sistemi di produzione pull. Il sistema Kanban, il livellamento della produzione ed il sequencing di linee mixed model. Il sistema CONWIP. Confronto prestazionale tra sistemi push e pull. Richiami di gestione delle scorte. Funzione e criteri di classificazione delle scorte. I costi rilevanti nella gestione delle scorte. I materiali a domanda dipendente e indipendente. La gestione dei materiali a domanda indipendente: lotto economico con consegne istantanee e graduali, lotto economico con sconti quantità, la gestione a livello di riordino e a ciclo di riordino. La gestione degli articoli a forte movimentazione (copertura totale e copertura libera). Criteri per la determinazione della scorta di sicurezza (ricerca dell'ottimo economico e valutazione del livello di servizio). I benefici della centralizzazione delle scorte. La gestione a fabbisogno, lot by lot e lotto economico dinamico. Decisioni di approvvigionamento sul singolo periodo (newsboy model). L'analisi ABC, le misure di prestazione dei magazzini (indice di rotazione, periodo di copertura, indici di efficienza del servizio).

### Testi

Dispense distribuite dal docente caricate sul sito Moodle. Testi di riferimento e consultazione (non obbligatori). Sianesi, La Gestione del Sistema di Produzione, ETAS, 2011. De Toni, Panizzolo, Sistemi di Gestione della Produzione, ISEDI, 2018.

### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

### Modalità erogazione

Testi da definire

### Modalità di valutazione

Prova orale eventualmente integrabile con applicazioni numeriche. Solitamente vengono poste tre domande su argomenti che coprono l'intero programma del corso.

## English

### Prerequisites

There are no prerequisites

### Programme

The industrial enterprise Organization and scope of industrial enterprise. Classification of production systems. Analysis of production processes (process mapping and performance estimation). Little's law. Impact of flow and process variability on main performance measures. Analysis of lot size effects on capacity, lead time and manufacturing cost. Lot sizing criteria in repetitive manufacturing. Demand forecast Analysis of demand variability components (random fluctuations, trends, seasonality). Classification of quantitative and qualitative forecasting methods. Linear regression causal models, time series methods (moving averages, exponential smoothing) and seasonal forecasting methods. Estimation of forecast error. Demand estimation for new products: market size and market penetration dynamics (Bass model). Fundamentals of production planning and control Analysis of P-Time and D-Time. Push and Pull production systems. Make to Stock, Assemble to Order, Make to Order ed Engineering to Order systems. The hierarchical production planning framework. Aggregate planning Alternatives to match production and demand. Trial and error aggregate planning methods (chase, level and mixed plans). LP models for the aggregate planning problem. Master production scheduling Criteria to disaggregate an aggregate plan and methods to develop a Master Production Schedule (MPS) based on items forecast and firm orders. Estimation of Available to Promise capacity. Difference of MPS in MTS and ATO settings. Requirements planning MRP I and II methods. Capacity Requirements Planning. Lot sizing criteria for materials requirements planning. Limitations of MRP systems. Operational planning and manufacturing execution Final Assembly Schedule and operational plans. Criteria for job release and queues control. Heuristic rules for job scheduling and priority assignment. Production advancement and control systems. Pull production systems Kanban method and production leveling techniques. Methods for sequencing mixed model assembly lines. CONWIP. Comparison of push and pull systems. Inventory management Classification and scope of inventories. Relevant costs in inventory management. Management of dependent demand materials: economic order quantity reorder cycle and reorder level policies. Service level and computation of safety stock. Benefits of safety stock pooling. Management of dependent demand items: lot by lot and dynamic lot sizing techniques. Newsboy model and single period order sizing. ABC classification and warehouse performance measures.

### Reference books

Lecture notes provided by instructor and uploaded on Moodle web site. Reference textbooks. Sianesi, La Gestione del Sistema di Produzione, ETAS, 2011. De Toni, Panizzolo, Sistemi di Gestione della Produzione, ISEDI, 2018.

### Reference bibliography

-

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20810322 - Intelligenza artificiale e machine learning

**Docente:** SANSONETTI GIUSEPPE

## Italiano

### Prerequisiti

Fondamenti di Informatica

### Programma

1. Introduzione: - Gli Agenti Intelligenti. - L'IA come "Representation and Search". 2. Risoluzione di Problemi: - Ricerca non informata (in ampiezza, guidata dal costo, in profondità, Iterative deepening). - Ricerca euristica (Best First, A\*, Heuristic Functions). - Algoritmi approssimati (Hill Climbing, Simulated Annealing, ecc.) - Ricerca in presenza di avversari (MiniMax, Alfa-Beta Pruning). - Introduzione alla Evolutionary Computation. 3. Introduzione al linguaggio Python: - Ambienti di sviluppo; Jupiter Notebook. - Python base. Strutture dati in Python. - Librerie Python: NumPy, Pandas, matplotlib, ScikitLearn. 4. Machine Learning: - Regressione (lineare semplice, multipla). - Classificazione (Logistic Regression, Decision Trees, Naïve Bayes). - Clustering. - Reti Neurali Artificiali. - Reinforcement Learning. - Introduzione al Deep Learning. - Casi di studio.

### Testi

Lucidi delle lezioni.

### Bibliografia di riferimento

Stuart J. Russell, and Peter Norvig. 2021. Artificial intelligence : a modern approach (4th ed.). Pearson Education, Inc., USA.

### Modalità erogazione

Lezioni ed esercitazioni in aula.

### Modalità di valutazione

Prova scritta e prova pratica di laboratorio.

## English

### Prerequisites

Computer Science Foundations

### Programme

1. Introduction: - Intelligent Agents. - AI as "Representation and Search". 2. Problem Solving: - Uninformed search (breadth-first search, uniform-cost search, depth-first search, Iterative deepening search). - Heuristic search (Best First search, A \*, Heuristic Functions). - Approximate algorithms (Hill Climbing, Simulated Annealing, etc.) - Adversarial Search and Games (MiniMax, Alfa-Beta Pruning). - Introduction to Evolutionary Computation. 3. Introduction to the Python language: - Development environments; Jupiter Notebook. - Python foundations. Data structures in Python. - Python libraries: NumPy, Pandas, matplotlib, ScikitLearn. 4. Machine Learning: - Regression (simple linear, multiple). - Classification (Logistic Regression, Decision Trees, Naïve Bayes). - Clustering. - Artificial Neural Networks. - Reinforcement Learning. - Introduction to Deep Learning. - Case studies.

### Reference books

Lecture slides.

### Reference bibliography

Stuart J. Russell, and Peter Norvig. 2021. Artificial intelligence : a modern approach (4th ed.). Pearson Education, Inc., USA.

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20810322 - Intelligenza artificiale e machine learning

**Docente:** MICARELLI ALESSANDRO

### Italiano

#### Prerequisiti

Fondamenti di Informatica.

#### Programma

1. Introduzione: - Gli Agenti Intelligenti. - L'IA come "Representation and Search". 2. Risoluzione di Problemi: - Ricerca non informata (in ampiezza, guidata dal costo, in profondità, Iterative deepening). - Ricerca euristica (Best First, A\*, Heuristic Functions). - Algoritmi approssimati (Hill Climbing, Simulated Annealing, ecc.) - Ricerca in presenza di avversari (MiniMax, Alfa-Beta Pruning). - Introduzione alla Evolutionary Computation. 3. Introduzione al linguaggio Python: - Ambienti di sviluppo; Jupiter Notebook. - Python base. Strutture dati in Python. - Librerie Python: NumPy, Pandas, matplotlib, ScikitLearn. 4. Machine Learning: - Regressione (lineare semplice, multipla). - Classificazione (Logistic Regression, Decision Trees, Naïve Bayes). - Clustering. - Reti Neurali Artificiali. - Reinforcement Learning. - Introduzione al Deep Learning. - Casi di studio.

#### Testi

Lucidi delle lezioni.

#### Bibliografia di riferimento

Stuart J. Russell, and Peter Norvig. 2021. Artificial intelligence : a modern approach (4th ed.). Pearson Education, Inc., USA.

#### Modalità erogazione

Lezioni ed esercitazioni in aula.

#### Modalità di valutazione

Prova scritta e prova pratica di laboratorio.

### English

#### Prerequisites

Computer Science Foundations.

#### Programme

. Introduction: - Intelligent Agents. - AI as "Representation and Search". 2. Problem Solving: - Uninformed search (breadth-first search, uniform-cost search, depth-first search, Iterative deepening search). - Heuristic search (Best First search, A \*, Heuristic Functions). - Approximate algorithms (Hill Climbing, Simulated Annealing, etc.) - Adversarial Search and Games (MiniMax, Alfa-Beta Pruning). - Introduction to Evolutionary Computation. 3. Introduction to the Python language: - Development environments; Jupiter Notebook. - Python foundations. Data structures in Python. - Python libraries: NumPy, Pandas, matplotlib, ScikitLearn. 4. Machine Learning: - Regression (simple linear, multiple). - Classification (Logistic Regression, Decision Trees, Naïve Bayes). - Clustering. - Artificial Neural Networks. - Reinforcement Learning. - Introduction to Deep Learning. - Case studies.

#### Reference books

Lecture slides.

#### Reference bibliography

Stuart J. Russell, and Peter Norvig. 2021. Artificial intelligence : a modern approach (4th ed.). Pearson Education, Inc., USA.

#### Study modes

-

## Exam modes

-

## 20810210 - Laboratorio di metodi decisionali

**Docente:** NICOSIA GAIA

### Italiano

#### Prerequisiti

Nozioni di base di Ricerca Operativa

#### Programma

Utilizzo di software di modellazione matematica o di altri strumenti informatici per lo sviluppo di un progetto individuale nell'ambito dei metodi decisionali

#### Testi

Per il software ampl: - <https://ampl.com/resources/the-ampl-book/> - slide del docente Per altri software: - materiale disponibile in rete

#### Bibliografia di riferimento

Testi da definire

#### Modalità erogazione

Dopo alcune lezioni su strumenti informatici utilizzabili per lo svolgimento dei progetti e sulle tecniche per sviluppare progetti con metodo scientifico, le lezioni saranno di tipo individuale per seguire ciascuno studente in modo personalizzato.

#### Modalità di valutazione

valutazione progetto

### English

#### Prerequisites

Basics of Operations Research

#### Programme

Mathematical modelling software and/or other software for the development of an individual project in decision-making

#### Reference books

For ampl software: - <https://ampl.com/resources/the-ampl-book/> - lecturer's slides For other softwares: - notes available on the web

#### Reference bibliography

-

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20810158 - Model Identification and Data Analysis

**Docente:** PASCUCCI FEDERICA

### Italiano

#### Prerequisiti

Nessuna propedeuticità

#### Programma

Modelli per processi aleatori stazionari - Leggi fisiche - Processo stocastico - Modelli per il filtraggio, la predizione ed il controllo: modelli input-output per serie temporali e sistemi dinamici (AR, ARMA, ARX, ARMAX) Identificazione - Identificazione a scatola nera (Minimi quadrati e metodi a massima verosimiglianza) - Selezione della descrizione a complessità minima - Cross-validazione: tecniche FPE (Final Prediction Error), AIC (Akaike Information Criterion) or MDL (Minimum Description Length) - Metodi di identificazione ricorsivi (RLS, ELS, RML). Forgetting factor Bayesian filtering - Stima di stato: filtraggio, predizione e smoothing. - Filtro di Kalman, filtro di Kalman di regime - Trasformazione unscented, filtro di Kalman Unscented Kalman - Filtri a griglia - Filtri Particle Filtraggio distribuito - Filtro a informazione - Filtro a informazione esteso

#### Testi

Sergio Bittanti, "Model Identification and Data Analysis", John Wiley and Sons Ltd

#### Bibliografia di riferimento

B.D.O. Anderson, J.B. Moore: Optimal filtering, Prentice Hall, 1979. Y. Bar-Shalom, X.R. Li, T. Kirubarajan: Estimation with applications to tracking and navigation, J. Wiley & Sons, 2001. B. Ristic, S. Arulampalam, N. Gordon: Beyond the Kalman filter: particle filters for tracking applications, Artech House, 2004.

### Modalità erogazione

Tradizionale

### Modalità di valutazione

Prova scritta, prova orale.

### English

### Prerequisites

Not applicable

### Programme

Dynamical models of stationary processes and prediction - Physical laws in engineering and science - Stochastic processes - Models for filtering, prediction and control: Input-output models for time series and dynamical systems (AR, ARMA, ARX, ARMAX) Identification - Black-box identification (Least Squares and Maximum likelihood methods) - Model complexity selection - Cross-validation, FPE (Final Prediction Error), AIC (Akaike Information Criterion) or MDL (Minimum Description Length) techniques - Recursive identification methods (RLS, ELS, RML). Adaptation via forgetting factor techniques Bayesian filtering - The state estimation problem. Filtering, prediction and smoothing. - Kalman filter, steady-state filter Extended Kalman filter - Unscented transformation, Unscented Kalman filter - Grid-based filtering - Particle filtering Distributed filtering - Information filter - Extended Information filter

### Reference books

Sergio Bittanti, "Model Identification and Data Analysis", John Wiley and Sons Ltd

### Reference bibliography

B.D.O. Anderson, J.B. Moore: Optimal filtering, Prentice Hall, 1979. Y. Bar-Shalom, X.R. Li, T. Kirubarajan: Estimation with applications to tracking and navigation, J. Wiley & Sons, 2001. B. Ristic, S. Arulampalam, N. Gordon: Beyond the Kalman filter: particle filters for tracking applications, Artech House, 2004.

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20802073 - OTTIMIZZAZIONE DEI SERVIZI PUBBLICI

**Docente:** D'ARIANO ANDREA

### Italiano

### Prerequisiti

Ricerca Operativa

### Programma

Programma del Corso 1. Introduzione a Processi Decisionali Multi-Criterio nella Gestione dei Servizi Pubblici 2. Ottimizzazione nella Pianificazione e Schedulazione di Progetti 3. Programmazione Disgiuntiva: Modelli di Scheduling e Routing, Algoritmi (Meta)Euristici / Esatti 4. Sistemi di Prenotazione, Scheduling di Intervalli 5. Timetabling con Vincoli su Operatori o Strumentazione 6. Scheduling and Timetabling in Tornei Sportivi 7. Scheduling di Programmi Televisivi 8. Problemi di Trasporto: Coordinamento, Scheduling e Routing di Navi/Aerei/Treni 9. Sistemi di Supporto alle Decisioni per la Direzione delle Operazioni in Tempo Reale 10. Scheduling della Forza Lavoro: Scheduling dei Giorni Liberi, Turni, Cyclic Staffing 11. Scheduling del Personale Aereo 12. Problemi di Localizzazione Discreta 13. Gestione della Qualità dell'Acqua e dell'Aria 14. Assistenza Sanitaria

### Testi

Michael L. Pinedo (Author) "Planning and Scheduling in Manufacturing and Services", Springer Series in Operations Research, Edizione 2005 S.M. Pollock, M.H. Rothkopf, A. Barnett (Editors), "Operations Research and the Public Sector", Handbooks in Operations Research and Management Science, Volume 6, Edizione 1994

### Bibliografia di riferimento

MATERIALE DISPONIBILE SULLA PAGINA E-LEARNING DEL CORSO, INCLUSE DISPENSE DEL DOCENTE, SLIDES DELLE LEZIONI, E ARTICOLI SCIENTIFICI SOFTWARE DI OTTIMIZZAZIONE & TUTORIALS DISPONIBILI SULLA PAGINA MOODLE DEL CORSO

### Modalità erogazione

lezioni frontali, esercitazioni, seminari, lavoro di gruppo, analisi di casi

### Modalità di valutazione

intermedia/finale, orale/scritta

### English

### Prerequisites

Operations Research

### Programme



Course programme 1. Introduction to Multi-Criteria Decision Making for Public Service Management 2. Optimization in Project Planning and Scheduling 3. Disjunctive Programming: Scheduling and Routing Models, (Meta)Exact /Heuristic Algorithms 4. Reservations Systems and Interval Scheduling 5. Timetabling with Operator or Tooling Constraints 6. Scheduling and Timetabling in Sport Tournaments 7. Scheduling Network Television Programs 8. Transportation Problems: Tanker/Aircraft/Train Coordination, Scheduling and Routing 9. Decision Support Systems for Real-Time Dispatching of Operations 10. Workforce Scheduling: Days-Off Scheduling, Shift Scheduling, Cyclic Staffing 11. Airline Crew Scheduling 12. Discrete Location Problems 13. Water and Air Quality Management 14. Health Care Delivery

### Reference books

Michael L. Pinedo (Author) "Planning and Scheduling in Manufacturing and Services", Springer Series in Operations Research, Edition 2005 S.M. Pollock, M.H. Rothkopf, A. Barnett (Editors), "Operations Research and the Public Sector", Handbooks in Operations Research and Management Science, Volume 6, Edition 1994

### Reference bibliography

Material given by the professor via the e-learning page of the course, including lecture slides, scientific papers, optimization software and tutorials

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20801784 - OTTIMIZZAZIONE DELLA LOGISTICA

**Docente:** PACCIARELLI DARIO

### Italiano

#### Prerequisiti

Elementi di calcolo vettoriale (combinazione lineare, prodotto scalare) e matriciale (combinazione lineare, prodotto, determinante, inversa, rango). Derivate parziali. Programmazione Lineare: formulazione di problemi e metodi di soluzione. Programmazione a numeri interi: formulazione di problemi e metodi di soluzione. Teoria dei grafi: formulazione di problemi e metodi di soluzione.

#### Programma

1. Programmazione non lineare Gradiente, Matrice Hessiana Condizioni necessarie di minimo locale (primo e secondo ordine) Condizioni sufficienti di minimo locale (secondo ordine e caso convesso) Metodo del gradiente, algoritmi di Line search Metodo di Newton 2. Programmazione non lineare Vincolata Condizioni KKT Metodi di barrier e funzioni di penalità (cenni) 3. Logistica interna, il problema di Lot Sizing Modello EOQ Algoritmo di Wagner-Whitin Algoritmo di Zangwill 4. Job Shop Scheduling Metodi euristici, algoritmo di Nowicki-Smutnicki Metodi esatti, algoritmo di Carlier-Pinson 5. Logistica esterna, il Problema di Vehicle Routing 6. Crew Scheduling 7. Problemi di localizzazione di impianti

#### Testi

materiale a cura del docente

#### Bibliografia di riferimento

Caramia, Giordani, Guerriero, Musmanno, Pacciarelli, "Ricerca Operativa", Isedi, Italia, 2014. Sassano A., "Modelli e Algoritmi della Ricerca Operativa", Franco Angeli. Carlier J., Pinson E., "An algorithm for solving the job shop problem", Management Science, 35 (2), 164-175 (1989). Carlier J., Pinson E., "Adjustment of heads and tails for the job-shop problem", European Journal of Operational Research, 78 (2), 146-161 (1994). Brucker P., Jurisch B., Sievers B., "A branch and bound algorithm for the job scheduling shop problem", Discrete Applied Mathematics, 49, 107-127 (1994). Nowicki E., Smutnicki C., "A fast taboo search algorithm for the job shop problem", Management Science, 42 (6), 797-813 (1996). Nowicki E., Smutnicki C., "An advanced tabu search algorithm for the job shop problem", Journal of Scheduling, 8, 145-159 (2005). Il PDF è scaricabile qui da un PC di Roma Tre. Heinz Gröflin, Andreas Klinkert, "A new neighborhood and tabu search for the Blocking Job Shop", Discrete Applied Mathematics, 157 (2009), 3643-3655. Il PDF è scaricabile qui da un PC di Roma Tre. Yazid Mati and Xiaolan Xie, "Multiresource Shop Scheduling With Resource Flexibility and Blocking", IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATION SCIENCE AND ENGINEERING, in press Christoph J. Schuster, Jose M. Framinan, "Approximative procedures for no-wait job shop scheduling", Operations Research Letters, 31 (2003) 308 – 318. Il PDF è scaricabile qui da un PC di Roma Tre.

#### Modalità erogazione

Lezioni ed esercitazioni in aula.

#### Modalità di valutazione

La verifica dell'apprendimento avviene attraverso una prova scritta selettiva, della durata di 90-120 minuti, e una prova orale, finalizzate a verificare il livello di comprensione effettiva dei concetti e la capacità degli studenti di applicarli in contesti reali. L'insegnamento prevede anche una o più prove in itinere scritte, facoltative, ciascuna consistente in uno o due esercizi e/o una o più domande di teoria articolate in punti a risposta aperta, finalizzati a verificare il livello di apprendimento dei contenuti erogati nella prima parte del corso. Il tempo previsto è di 90-120 minuti per ciascuna prova. La prova d'esame prevede una prova scritta, consistente in due esercizi obbligatori e una domanda di teoria facoltativa articolata in punti a risposta aperta. Il tempo previsto è di 90-120 minuti. La prova orale consiste in una o più domande sulla prova scritta ed eventuali domande di teoria. I testi d'esame degli ultimi anni sono disponibili sulla pagina web dell'insegnamento (<http://pacciarelli.dia.uniroma3.it/CORSI/MSP/Welcome.html>).

### English

#### Prerequisites

Basic algebraic operations between vectors (linear combination, scalar product) and matrices (linear combination, product, determinant,

inverse, rank). Partial derivatives. Linear Programming: formulations and solution methods. Integer Programming: formulations and solution methods. Graph Theory: formulations and solution methods.

## Programme

1. Non-linear programming Gradient, Hessian Local minimum, Necessary conditions (first and second order) Local minimum, Sufficient conditions (second order and convex case) Gradient method, Line search Newton method, 2. Constrained non-linear programming KKT conditions Barrier method and Penalty functions 3. Lot Sizing EOQ model Wagner-Whitin Algorithm Zangwill Algorithm 4. Job Shop Scheduling Exact methods, Carlier-Pinson Algorithm Euristic methods, Nowicki-Smutnicki Algorithm 5. Vehicle Routing Problem 6. Crew Scheduling 7. Plant Location

## Reference books

Lecture notes

## Reference bibliography

Caramia, Giordani, Guerriero, Musmanno, Pacciarelli, "Ricerca Operativa", Isedi, Italia, 2014. Sassano A., "Modelli e Algoritmi della Ricerca Operativa", Franco Angeli. Carlier J., Pinson E., "An algorithm for solving the job shop problem", Management Science, 35 (2), 164-175 (1989). Carlier J., Pinson E., "Adjustment of heads and tails for the job-shop problem", European Journal of Operational Research, 78 (2), 146-161 (1994). Brucker P., Jurisch B., Sievers B., "A branch and bound algorithm for the job scheduling shop problem", Discrete Applied Mathematics, 49, 107-127 (1994). Nowicki E., Smutnicki C., "A fast taboo search algorithm for the job shop problem", Management Science, 42 (6), 797-813 (1996). Nowicki E., Smutnicki C., "An advanced tabu search algorithm for the job shop problem", Journal of Scheduling, 8, 145-159 (2005). Il PDF è scaricabile qui da un PC di Roma Tre. Heinz Gröflin, Andreas Klinkert, "A new neighborhood and tabu search for the Blocking Job Shop", Discrete Applied Mathematics, 157 (2009), 3643-3655. Il PDF è scaricabile qui da un PC di Roma Tre. Yazid Mati and Xiaolan Xie, "Multiresource Shop Scheduling With Resource Flexibility and Blocking", IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATION SCIENCE AND ENGINEERING, in press Christoph J. Schuster, Jose M. Framinan, "Approximative procedures for no-wait job shop scheduling", Operations Research Letters, 31 (2003) 308 – 318. Il PDF è scaricabile qui da un PC di Roma Tre.

## Study modes

-

## Exam modes

-

## 20802143 - ROBOTICA

**Docente:** LIPPI MARTINA

### Italiano

#### Prerequisiti

Fondamenti di Automatica e preferibilmente Dynamics and Control of Complex Systems

#### Programma

Manipolatori (Capitoli del testo Siciliano et al. Robotics): - Cinematica diretta - Cinematica differenziale - Inversione cinematica - Pianificazione di traiettoria - Statica ed ellipsoidi di manipolabilità - Cenni di modello dinamico - Schemi di controllo del moto - Cenni di schemi di controllo in forza Robotica mobile: - Concetti topologici di base (Capitolo 4.1, Planning Algorithms LaValle) - Corpi rigidi 2D: SE(2) (Capitolo 4.2.1, Planning Algorithms LaValle) - Campi vettoriali e curve integrali (Capitolo 8.3, Planning Algorithms LaValle) - Modelli differenziali (Capitolo 13.1, Planning Algorithms LaValle) - Controllo di sistemi affini (Capitolo 15.4, Planning Algorithms LaValle) - Controllo del moto (Capitolo 11.6, Siciliano et al. Robotics) - Sciame di robot (Capitolo 3, Gazi & Passino, Swarm Stability and Optimization)

#### Testi

- Bruno Siciliano, Lorenzo Sciacvico, Luigi Villani, and Giuseppe Oriolo. 2009. Robotics: Modelling, Planning and Control. Springer Publishing Company, Incorporated. - Steven M. LaValle. 2006. Planning Algorithms. Cambridge University Press, USA. - Veysel Gazi and Kevin Passino. 2011. Swarm Stability and Optimization. Springer Publishing Company, Incorporated.

#### Bibliografia di riferimento

Nessuno

#### Modalità erogazione

Nel periodo di emergenza COVID-19 lo svolgimento seguirà la normativa vigente.

#### Modalità di valutazione

L'esame consta di un progetto svolto mediante homework durante il corso e di una prova orale per approfondire argomenti di manipolazione e di robotica mobile.

### English

#### Prerequisites

Fundamentals Of Automatic Control and possibly Dynamics and Control of Complex Systems

#### Programme

Manipulators (Chapters of Siciliano et al. Robotics): - Direct kinematics - Differential kinematics - Inverse kinematics - Trajectory planning - Statics and manipulability ellipsoids - Overview of the dynamic model - Motion control schemes - Overview of force control schemes Mobile robotics: - Basic Topological Concepts (Chapter 4.1, LaValle Planning Algorithms) - 2D Rigid Bodies: SE(2) (Chapter

4.2.1, LaValle Planning Algorithms) - Vector Fields and Integral Curves (Chapter 8.3, LaValle Planning Algorithms) - Differential Models (Chapter 13.1, LaValle Planning Algorithms) - Control Affine Systems (Chapter 15.4, LaValle Planning Algorithms) - Motion Control (Chapter 11.6, Siciliano et al. Robotics) - Multi-Robot Swarming (Chapter 3, Gazi & Passino, Swarm Stability and Optimization)

### Reference books

- Bruno Siciliano, Lorenzo Sciacivco, Luigi Villani, and Giuseppe Oriolo. 2009. Robotics: Modelling, Planning and Control. Springer Publishing Company, Incorporated. - Steven M. LaValle. 2006. Planning Algorithms. Cambridge University Press, USA. - Veysel Gazi and Kevin Passino. 2011. Swarm Stability and Optimization. Springer Publishing Company, Incorporated.

### Reference bibliography

None

### Study modes

-

### Exam modes

-

## 20802143 - ROBOTICA

**Docente:** GASPARRI ANDREA

### Italiano

#### Prerequisiti

Fondamenti di Automatica e preferibilmente Dynamics and Control of Complex Systems

#### Programma

Manipolatori (Capitoli del testo Siciliano et al. Robotics): - Cinematica diretta - Cinematica differenziale - Inversione cinematica - Pianificazione di traiettoria - Statica ed ellissoidi di manipolabilità - Cenni di modello dinamico - Schemi di controllo del moto - Cenni di schemi di controllo in forza Robotica mobile: - Concetti topologici di base (Capitolo 4.1, Planning Algorithms LaValle) - Corpi rigidi 2D: SE(2) (Capitolo 4.2.1, Planning Algorithms LaValle) - Campi vettoriali e curve integrali (Capitolo 8.3, Planning Algorithms LaValle) - Modelli differenziali (Capitolo 13.1, Planning Algorithms LaValle) - Controllo di sistemi affini (Capitolo 15.4, Planning Algorithms LaValle) - Controllo del moto (Capitolo 11.6, Siciliano et al. Robotics) - Sciami di robot (Capitolo 3, Gazi & Passino, Swarm Stability and Optimization)

#### Testi

- Bruno Siciliano, Lorenzo Sciacivco, Luigi Villani, and Giuseppe Oriolo. 2009. Robotics: Modelling, Planning and Control. Springer Publishing Company, Incorporated. - Steven M. LaValle. 2006. Planning Algorithms. Cambridge University Press, USA. - Veysel Gazi and Kevin Passino. 2011. Swarm Stability and Optimization. Springer Publishing Company, Incorporated.

#### Bibliografia di riferimento

Nessuno

#### Modalità erogazione

nel periodo di emergenza COVID-19 lo svolgimento seguirà la normativa vigente

#### Modalità di valutazione

Prova Orale e Valutazione Progetto

### English

#### Prerequisites

Fundamentals Of Automatic Control and possibly Dynamics and Control of Complex Systems

#### Programme

Manipulators (Chapters of Siciliano et al. Robotics): - Direct kinematics - Differential kinematics - Inverse kinematics - Trajectory planning - Statics and manipulability ellipsoids - Overview of the dynamic model - Motion control schemes - Overview of force control schemes Mobile robotics: - Basic Topological Concepts (Chapter 4.1, LaValle Planning Algorithms) - 2D Rigid Bodies: SE(2) (Chapter 4.2.1, LaValle Planning Algorithms) - Vector Fields and Integral Curves (Chapter 8.3, LaValle Planning Algorithms) - Differential Models (Chapter 13.1, LaValle Planning Algorithms) - Control Affine Systems (Chapter 15.4, LaValle Planning Algorithms) - Motion Control (Chapter 11.6, Siciliano et al. Robotics) - Multi-Robot Swarming (Chapter 3, Gazi & Passino, Swarm Stability and Optimization)

#### Reference books

- Bruno Siciliano, Lorenzo Sciacivco, Luigi Villani, and Giuseppe Oriolo. 2009. Robotics: Modelling, Planning and Control. Springer Publishing Company, Incorporated. - Steven M. LaValle. 2006. Planning Algorithms. Cambridge University Press, USA. - Veysel Gazi and Kevin Passino. 2011. Swarm Stability and Optimization. Springer Publishing Company, Incorporated.

#### Reference bibliography

None

#### Study modes

-

#### Exam modes

## 20802112 - SIMULAZIONE DI PROCESSI INDUSTRIALI E LOGISTICI

**Canale:**N0

**Docente:** ADACHER LUDOVICA

### Italiano

#### Prerequisiti

No ci sono

#### Programma

La simulazione ad eventi discreti, metodologia fondamentale per la valutazione delle prestazioni di sistemi complessi (di calcolo, di telecomunicazione, di traffico, ecc) Gli argomenti trattati possono essere raggruppati nei seguenti tre fasi: - costruzione di un modello di un sistema reale: - "esecuzione" di un modello di simulazione - analisi dei risultati della simulazione:

#### Testi

Materiale del docente caricato sul teams

#### Bibliografia di riferimento

Materiale del docente caricato sul teams

#### Modalità erogazione

Testi da definire

#### Modalità di valutazione

Sono previste prove in itinere (esoneri), Una prova scritta ( teorica e pratica) ed eventuale orale

### English

#### Prerequisites

None

#### Programme

Discrete event simulation, a fundamental methodology for evaluating the performance of complex systems (computational, telecommunications, traffic, etc.) The topics covered can be grouped into the following three phases: - Construction of a model of a real system: - "Execution" of a simulation model - Analysis of simulation results:

#### Reference books

Teacher's material uploaded to the teams

#### Reference bibliography

Teacher's material uploaded to the teams

#### Study modes

-

#### Exam modes

-

## 20810528 - TEORIA DEI SISTEMI E DEL CONTROLLO

**Docente:** GASPARRI ANDREA

### Italiano

#### Prerequisiti

Fondamenti di Automatica

#### Programma

Sistemi Lineari 1. INTRODUZIONE AI SISTEMI LINEARI 1.1. Modellazione 1.2. Variabili di Stato 2. EQUAZIONI DIFFERENZIALI 2.1. Equazioni Differenziali Lineari a Coefficienti Costanti 2.2. Esponenziale di Matrice 2.3. Evoluzione Libera 2.4. Evoluzione Forzata 3. RELAZIONE TRA LE RAPPRESENTAZIONI 3.1. Passaggio da Variabili di Stato a Funzione di Trasferimento 3.2. Passaggio da Funzione Trasferimento a Variabili di Stato 4. DECOMPOSIZIONE MODALE 4.1. Autovalori ed Autovettori 4.2. Trasformazione di Coordinate 4.3. Diagonalizzazione e Jordanizzazione 5. PROPRIETÀ STRUTTURALI 5.1. Controllabilità e Osservabilità 5.2. Form di Kalman per Controllabilità e Osservabilità 5.3. Decomposizione Canonica di Kalman 6. ASSEGNAZIONE AUTOVALORI 6.1. Assegnazione Autovalori dallo Stato 6.1.1. Teorema Assegnazione (SISO/MIMO) 6.1.2. Teorema Unicità Assegnazione SISO 6.2. Problema Stabilizzazione 6.3. Osservatore Asintotico dello Stato 6.4. Principio Separazione 6.5. Assegnazione Autovalori dall'Uscita 7. REGOLAZIONE USCITA 7.1. Caso Informazione Completa 7.2. Caso Retroazione dall'Errore Sistemi Non Lineari 9. INTRODUZIONE AI SISTEMI NON LINEARI 9.1. Proprietà fondamentali 9.2. Condizione Lipschitz 9.3. Esistenza ed Unicità della soluzione 9.4. Comparison Lemma 10. STABILITÀ LYAPUNOV 10.1. Sistemi Autonomi 10.2. Definizione Stabilità 10.3. Teorema Stabilità (Criterio Diretto) 10.4. Teorema Instabilità 10.5. Funzioni Lyapunov di Controllo (Krasovskii) 10.6. Principio Invarianza (LaSalla Theorem) 10.7. Teorema Stabilità per Sistemi Linearizzati (Criterio Indiretto)

## Testi

Sistemi Lineari 1. An Introduction to Linear Control Systems, Thomas E. Fortmann, Konrad L. Hitz 2. Complementi per il Corso ([http://gasparri.dia.uniroma3.it/Stuff/complementi\\_teorìa\\_dei\\_sistemi.pdf](http://gasparri.dia.uniroma3.it/Stuff/complementi_teorìa_dei_sistemi.pdf)) 3. Sistemi di controllo (Vol. 2), Alberto Isidori Sistemi Nonlineari 1. Nonlinear Systems (3rd Edition), Hassan K. Khalil

## Bibliografia di riferimento

Nessuna

## Modalità erogazione

Tradizionale

## Modalità di valutazione

Prova scritta e orale separate

## English

## Prerequisites

Fundamentals Of Automatic Control

## Programme

Linear Systems 1. INTRODUCTION TO LINEAR SYSTEMS 1.1. Modelling 1.2. State-Space Representation 2. DIFFERENTIAL EQUATIONS 2.1. Linear Differential Equations with Constant Coefficients 2.2. Exponential Matrix 2.3. Free Evolution 2.4. Forced Evolution 3. RELATIONSHIP BETWEEN REPRESENTATIONS 3.1. From State-Space to Transfer Function 3.2. From Transfer Function to State-Space 4. MODAL DECOMPOSITION 4.1. Eigenvalues and Eigenvectors 4.2. Coordinate Transformation 4.3. Diagonalization and Jordanization 5. STRUCTURAL PROPERTIES 5.1. Controllability and Observability 5.2. Controllability and Observability Kalman Forms 5.3. Kalman Canonical Decomposition 7. EIGENVALUE ASSIGNMENT PROBLEM 7.1. Eigenvalue assignment using state feedback 7.1.1. Assignment Theorem (SISO/MIMO) 7.1.2. Assignment Unicity Theorem (SISO) 7.2. Stabilization Problem 7.3. State Asymptotic Observer 7.4. Separation Principle 7.5. Eigenvalue placement using output feedback 8. LINEAR OUTPUT REGULATION PROBLEM 8.1. Full-Information Problem 8.2. Error-Feedback Problem Nonlinear Systems 9. INTRODUCTION TO NONLINEAR SYSTEMS 9.1. Fundamental Properties 9.2. Lipschitz Condition 9.3. Existence and Unicity of Solution 9.4. Comparison Lemma 10. LYAPUNOV STABILITY 10.1. Autonomous Systems 10.2. Stability Definition 10.3. Stability Theorem (Direct Criterion) 10.4. Chetaev Instability Theorem 10.5. Lyapunov Control Functions (Krasovskii) 10.6. Invariance Principle (LaSalla Theorem) 10.7. Stability Theorem for Linear Systems (Indirect Criterion)

## Reference books

Linear Systems 1. An Introduction to Linear Control Systems, Thomas E. Fortmann, Konrad L. Hitz 2. Lecture Notes ([http://gasparri.dia.uniroma3.it/Stuff/complementi\\_teorìa\\_dei\\_sistemi.pdf](http://gasparri.dia.uniroma3.it/Stuff/complementi_teorìa_dei_sistemi.pdf)) 3. Sistemi di controllo (Vol. 2), Alberto Isidori Nonlinear Systems 1. Nonlinear Systems (3rd Edition), Hassan K. Khalil

## Reference bibliography

None

## Study modes

-

## Exam modes

-

**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
<i>A scelta libera dello studente</i> <small>(vedi nota 2)</small>	A scelta		6		

**Totale primo anno**

**63**



## 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
<i>Conoscenze Utili per l'Inserimento nel Mondo del Lavoro (seminari a frequenza obbligatoria)</i> <small>(vedi nota 1)</small>			1		I+II
<i>A scelta libera dello studente</i> <small>(vedi nota 2)</small>	A scelta		12		
<i>Prova finale</i>			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, (ii) 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>	1	6	nessuna	scritto, orale	voto	Convenzionale parzialmente in lingua inglese
<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>	1	3	nessuna	progetto	voto	Convenzionale + sperimentazione in laboratorio
<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>	1	9	nessuna	scritto, orale	voto	convenzionale
<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>	1	6	nessuna	orale	voto	convenzionale

## 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>						
<b>LABORATORIO DI METODI DECISIONALI</b>	<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
<b>MACCHINE E AZIONAMENTI ELETTRICI</b>	<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.

## Regolamento per la prova finale dei Corsi di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica e in Ingegneria Gestionale e dell'Automazione

### Art. 1. Definizioni

La prova finale è costituita dalla discussione di una relazione scritta (tesi), elaborata dallo studente sotto la guida di un relatore ed eventualmente di uno o più co-relatori. Il relatore della tesi è un docente (professore o ricercatore) che sia membro del Consiglio del Collegio Didattico di Ingegneria Informatica (CD) oppure membro del Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche e afferente ad un settore scientifico-disciplinare di interesse del Corso di Laurea Magistrale. Gli eventuali co-relatori sono docenti oppure esperti della materia provenienti da enti di ricerca pubblici o privati o dal mondo produttivo.

### Art. 2. Assegnazione della Tesi

Il CD promuove l'informazione sulla disponibilità di tesi al fine di permettere agli studenti di orientare al meglio le proprie scelte ed al CD di monitorare l'offerta e l'evoluzione dell'offerta. Allo scopo, i docenti provvedono a pubblicizzare le proprie proposte di tesi di laurea. E' auspicabile che le proposte di tesi portino una indicazione sul loro specifico livello di difficoltà e sulle loro caratteristiche.

L'argomento della tesi è di solito scelto dallo studente fra quelli proposti dai docenti, ma può essere anche proposto dallo studente.

L'assegnazione della tesi viene chiesta dallo studente direttamente al relatore per cui opta. Lo studente comunica immediatamente l'assegnazione della tesi alla segreteria del CD utilizzando l'apposito modulo compilato insieme al relatore. La segreteria del CD provvede poi a darne comunicazione al Coordinatore del Collegio.

Lo studente può chiedere l'assegnazione tesi quando ha conseguito 60 CFU. Lo studente ha comunque diritto ad ottenere l'assegnazione di una tesi quando ha sostenuto tutte le attività formative del proprio piano di studi salvo al più attività (esclusa la prova finale) per un massimo di 9 CFU. Nel caso in cui uno studente non sia riuscito ad ottenere l'assegnazione di una tesi in tali termini, si può rivolgere direttamente alla Segreteria del Collegio Didattico.

Il CD garantisce a ciascuno studente il massimo delle possibilità ed opportunità di tesi, mantenendo un'equilibrata distribuzione del carico di attività per i docenti.

### Art. 3. Svolgimento della tesi

Una tesi deve richiedere di norma non più di 6 mesi a tempo pieno. Per salvaguardare gli interessi degli studenti in tal senso, è fondamentale che la segreteria del CD venga immediatamente informata della assegnazione di una tesi, in modo che la tesi abbia un tempo di inizio ben definito.

La versione finale della tesi, approvata dallo studente e dal relatore, viene consegnata nei tempi e con le modalità indicate dal Dipartimento di Ingegneria Civile, Informatica e delle Tecnologie Aeronautiche.

#### **Art. 4. Valutazione dell'esame finale e voto della Laurea Magistrale**

La Commissione per l'esame finale è composta da almeno cinque membri ed è nominata dal Direttore del Dipartimento su proposta del Coordinatore del CD.

La prova finale può essere sostenuta solo dopo aver acquisito tutti i CFU relativi a tutte le attività formative, salvo quelli relativi alla prova finale.

Il voto di Laurea Magistrale è espresso in centodecimi. Nel rispetto dell'autonomia della Commissione di Laurea, prevista dalla normativa vigente, si raccomanda che il voto di laurea venga attribuito, su proposta del relatore, con il seguente procedimento:

- a. Viene calcolata la media pesata delle votazioni in trentesimi riportate dallo studente negli esami del proprio piano di studi, utilizzando come peso il numero di CFU relativi agli esami stessi rispetto al numero complessivo di CFU. Non vengono comunque considerati i CFU relativi ad attività formative per le quali non è prevista una votazione. Vengono comunque considerate solo le attività formative effettivamente svolte nell'ambito della Laurea Magistrale. Nel calcolo della media pesata vengono esclusi i 5 CFU associati al voto più basso. Per gli esami superati con 30 e lode, viene utilizzato il valore 31.
- b. La media così calcolata viene trasformata in centodecimi.
- c. All'esame finale viene attribuito dalla Commissione un punteggio compreso fra 0,0 e 8,0 punti in funzione della qualità della tesi e della sua presentazione. Un punteggio superiore a 7,0 punti viene attribuito solo in casi eccezionali.

Proposte di punteggi maggiori o uguali a 5,0 punti devono essere comunicate dal relatore al Coordinatore del CD, attraverso la Commissione istruttoria di coordinamento per tirocini e tesi di laurea e di diploma del CD, almeno sette giorni prima della seduta di laurea.

Per una proposta di punteggio maggiore o uguale a 5,0 e minore di 6,5 la Commissione istruttoria di coordinamento per tirocini e tesi di laurea e di diploma del Collegio Didattico propone un controrelatore.

Per una proposta di punteggio maggiore o uguale a 6,5 e minore di 7,0 la Commissione istruttoria di coordinamento per tirocini e tesi di laurea e di diploma del Collegio Didattico provvede alla nomina di un controrelatore docente di ruolo.

Per una proposta di punteggio maggiore o uguale a 7,0 la controrelazione verrà effettuata dal Coordinatore del CD (o suo delegato).

- d. Il voto di laurea si ottiene sommando alla media degli esami il punteggio attribuito all'esame finale ed eliminando le cifre decimali.
- e. La Lode può essere attribuita dall'unanimità della Commissione, qualora la somma della media degli esami e del punteggio attribuito al lavoro di tesi raggiunga almeno 112 punti.