

Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale LM-25 in Automation Engineering, sede di Bologna

INDICE

ART. 1 CARATTERISTICHE DEL CORSO DI STUDIO.....	3
ART. 2 REQUISITI PER L'ACCESSO AL CORSO	3
ART. 3 MODALITÀ DI SCELTA DEL CURRICULUM DEL CORSO DI STUDIO	4
ART. 4 PIANI DI STUDIO INDIVIDUALI	5
ART. 5 MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELLE ATTIVITÀ FORMATIVE E TIPOLOGIA DELLE FORME DIDATTICHE	5
ART. 6 PERCORSO A TEMPO PARZIALE E PERCORSO BREVE	5
ART. 7 PROVE DI VERIFICA DELLE ATTIVITÀ FORMATIVE	5
ART. 8 ATTIVITÀ FORMATIVE A SCELTA DALLO STUDENTE	5
ART. 9 CRITERI DI RICONOSCIMENTO DEI CREDITI ACQUISITI IN ALTRI CORSI DI STUDIO.....	5
ART. 10 CRITERI DI RICONOSCIMENTO DELLE CONOSCENZE E ABILITÀ EXTRAUNIVERSITARIE.....	6
ART. 11 TIROCINIO CURRICULARE	6
ART. 12 PROVA FINALE	6

Qualora, unicamente a scopo di sintesi, nel presente Regolamento sia usata la sola forma maschile, questa è da intendersi riferita in maniera inclusiva a tutte le persone che operano nell'ambito della comunità stessa.

ART. 1 CARATTERISTICHE DEL CORSO DI STUDIO

Il Corso di studio, erogato in lingua inglese, in modalità convenzionale è a libero accesso, con verifica delle conoscenze.

ART. 2 REQUISITI PER L'ACCESSO AL CORSO

Conoscenze richieste per l'accesso e modalità di ammissione

Per essere ammessi al Corso di studio occorre essere in possesso di una laurea, di un diploma universitario di durata triennale, o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo.

Occorre, altresì, il possesso dei seguenti requisiti curriculari:

Essere in possesso di una laurea in una delle seguenti classi ai sensi del D.M. 270/04

- L7- Ingegneria Civile ed Ambientale
- L8- Ingegneria dell'Informazione
- L9- Ingegneria Industriale
- L30- Scienze e tecnologie fisiche
- L31- Scienze e tecnologie informatiche
- L35 - Scienze Matematiche.

oppure possedere una laurea equivalente ai sensi del DM 509/99 o di ordinamenti previgenti oppure un titolo di studio equivalente anche conseguito all'estero.

E avere acquisito crediti formativi universitari nei seguenti settori scientifico-disciplinari:

- almeno 36 CFU nei SSD MAT/02, MAT/03, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08, FIS/01, FIS/03;
- almeno 6 CFU nel SSD ING-INF/04;
- almeno 12 CFU relativi ad attività formative nei SSD ING-IND/13, ING-IND/32, ING-INF/05.

Tale criterio si applica anche a coloro che sono in possesso di un titolo di studio di livello universitario conseguito all'estero, giudicato idoneo dal Consiglio di Corso di Studio, per il quale siano possibili l'identificazione dei settori scientifico-disciplinari e il numero di crediti conseguiti in ciascun settore. In caso contrario, il Consiglio di Corso di Studio procede alla valutazione della carriera pregressa, in particolare verrà richiesta approfondita conoscenza di controlli automatici e meccanica/informatica/azionamenti elettrici ai fini dell'ammissione.

L'ammissione al Corso è subordinata, inoltre, al superamento della verifica dell'adeguatezza della personale preparazione effettuata da parte di una Commissione.

La verifica avverrà secondo le seguenti modalità:

1. Per i Laureati, l'adeguatezza della personale preparazione è ritenuta soddisfatta in presenza di almeno uno dei seguenti requisiti, che il Candidato deve possedere secondo i termini e le modalità specificate nella Procedura di valutazione, redatta annualmente dagli Uffici competenti:

DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE

Viale del Risorgimento 2 | 40136 Bologna | Italia | Tel. + 39 051 2093001

a. Conseguimento di un voto di laurea maggiore o uguale a 94/110.

b. Conseguimento di un voto di laurea maggiore o uguale a 90/110 e soddisfacimento di tutti i seguenti requisiti, relativi ai CFU acquisiti nella propria carriera:

- Possesso di almeno 42 CFU nei SSD ING-IND/13, ING-IND/32, ING-INF/04;
- Possesso di almeno 30 CFU nei SSD ING-INF/01, ING-INF/04, ING-INF/05;
- Possesso di almeno 24 CFU nei SSD MAT/07, ING-IND/14, ING-IND/31, ING-IND/35.

Se il laureato proviene da un Ordinamento in cui non era in vigore il sistema dei CFU, le regole si applicano conteggiando un'annualità dell'Ordinamento di provenienza come equivalente a 12 CFU, e una semi-annualità come equivalente a 6 CFU.

2. Per i Laureandi, l'adeguatezza della personale preparazione è ritenuta soddisfatta in presenza di almeno uno dei seguenti requisiti, che il Candidato deve possedere secondo i termini e le modalità specificate nella Procedura di valutazione, redatta annualmente dagli Uffici competenti:

- Media ponderata maggiore o uguale a 25/30 su un totale di CFU assegnati ad esami non inferiore a 150;
- Media ponderata maggiore o uguale a 24/30 su un totale di CFU assegnati ad esami non inferiore a 150 e soddisfacimento di tutti i seguenti requisiti, relativi ai CFU acquisiti nella propria carriera:
 - Possesso di almeno 42 CFU nei SSD ING-IND/13, ING-IND/32, ING-INF/04;
 - Possesso di almeno 30 CFU nei SSD ING-INF/01, ING-INF/04, ING-INF/05;
 - Possesso di almeno 24 CFU nei SSD MAT/07, ING-IND/14, ING-IND/31, ING-IND/35.

I criteri descritti in questo paragrafo si applicano anche a coloro che sono in possesso di un titolo di studio di livello universitario conseguito all'estero, giudicato idoneo dal Consiglio di Corso di Studio, per il quale siano possibili la conversione del voto di laurea secondo il sistema italiano, l'identificazione dei settori scientifico-disciplinari e il numero di crediti conseguiti in ciascun settore. Se la conversione e/o l'identificazione non fossero possibili, il Consiglio di Corso di Studio procede alla valutazione della carriera sulla base della documentazione presentata dal candidato.

Nel caso di mancato superamento della verifica è preclusa l'iscrizione al Corso.

È richiesta, inoltre, la conoscenza della lingua inglese di livello almeno B2 del Quadro comune europeo di riferimento per la conoscenza delle lingue.

L'accertamento avviene attraverso certificazione linguistica secondo le modalità rese note tramite pubblicazione sul portale di Ateneo.

È richiesta, inoltre, la conoscenza della lingua italiana.

L'accertamento avviene attraverso la presentazione di adeguata certificazione secondo le modalità rese note tramite pubblicazione sul portale di Ateneo. Gli studenti non in possesso di tale certificazione dovranno obbligatoriamente sostenere nel loro percorso di studi un'attività formativa erogata in lingua italiana.

Sono esonerati dall'accertamento gli studenti di cittadinanza italiana o che siano in possesso di una laurea, del diploma universitario di durata triennale o Diploma di scuola media superiore di durata quinquennale erogato in lingua italiana.

ART. 3 MODALITÀ DI SCELTA DEL CURRICULUM DEL CORSO DI STUDIO

DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE

Viale del Risorgimento 2 | 40136 Bologna | Italia | Tel. + 39 051 2093001

Il Corso è articolato in curricula.
Il passaggio tra i curricula non è consentito.

ART. 4 PIANI DI STUDIO INDIVIDUALI

È prevista la possibilità di presentazione di piani di studio individuali con le modalità, i criteri e i termini resi noti tramite il sito del Corso di Studio.

I piani di studio individuali, approvati dal Consiglio di corso di studi, non possono comunque prescindere dal rispetto dell'ordinamento didattico.

ART. 5 MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELLE ATTIVITÀ FORMATIVE E TIPOLOGIA DELLE FORME DIDATTICHE

Il piano didattico allegato indica le modalità di svolgimento delle attività formative e la relativa suddivisione in ore di didattica frontale, di esercitazioni pratiche o di tirocinio, nonché la tipologia delle forme didattiche. Eventuali ulteriori informazioni in merito saranno rese note annualmente il sito del Corso di Studio.

ART. 6 PERCORSO A TEMPO PARZIALE E PERCORSO BREVE

Lo studente ha la possibilità di completare il Corso di studio con modalità flessibile in un tempo inferiore (percorso breve) o superiore alla durata normale (percorso a tempo parziale).

ART. 7 PROVE DI VERIFICA DELLE ATTIVITÀ FORMATIVE

Il piano didattico prevede i casi in cui le attività formative si concludono con un esame con votazione in trentesimi oppure con un giudizio di idoneità.

Le modalità di svolgimento delle verifiche sono stabilite annualmente dal Consiglio di Corso di studio e rese note agli studenti prima dell'inizio delle lezioni nei programmi degli insegnamenti pubblicati sul sito del Corso.

Sono previsti almeno 6 appelli per le verifiche distribuiti nell'arco dell'anno solare, distanziati l'uno dall'altro non meno di 15 giorni.

ART. 8 ATTIVITÀ FORMATIVE A SCELTA DALLO STUDENTE

Lo studente può scegliere tra le attività formative attivate in Ateneo purché coerenti con il percorso formativo.

Il corso di studio considera coerenti con il progetto formativo le attività formative che il Consiglio di corso di studio individua annualmente e rende note tramite il sito del Corso.

Se lo studente sceglie un'attività formativa diversa da quelle considerate coerenti, secondo i sopraindicati criteri predeterminati, deve fare richiesta al Consiglio di corso di studio nei termini previsti annualmente e resi noti tramite pubblicazione il sito del Corso.

Il Consiglio valuterà la coerenza della scelta con il percorso formativo dello studente.

ART. 9 CRITERI DI RICONOSCIMENTO DEI CREDITI ACQUISITI IN ALTRI CORSI DI STUDIO

I crediti formativi universitari acquisiti in altri corsi di studio di Atenei italiani o esteri sono riconosciuti dal Consiglio di Corso di studio fino a concorrenza dei crediti dello stesso settore scientifico disciplinare previsti dall'ordinamento didattico del Corso di studio, nel rispetto dei relativi ambiti scientifico disciplinari e della tipologia delle attività formative

DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE

Viale del Risorgimento 2 | 40136 Bologna | Italia | Tel. + 39 051 2093001

Il riconoscimento dei crediti avviene sulla base dei seguenti criteri:

- analisi del programma svolto;
- valutazione della congruità dei settori scientifico disciplinari e dei contenuti delle attività formative in cui lo studente ha maturato i crediti con gli obiettivi formativi specifici del Corso di studio e delle singole attività formative da riconoscere, perseguendo comunque la finalità di mobilità degli studenti.

I crediti formativi universitari acquisiti in Corsi di studio della stessa classe sono riconosciuti per non meno della metà.

Qualora, effettuati i riconoscimenti in base alle norme del presente Regolamento, residuino crediti non utilizzati, il Consiglio di Corso di studio può riconoscerli valutando il caso concreto sulla base delle affinità didattiche e culturali.

ART. 10 CRITERI DI RICONOSCIMENTO DELLE CONOSCENZE E ABILITÀ EXTRAUNIVERSITARIE

Possono essere riconosciute conoscenze e abilità extrauniversitarie nei casi previsti dalla normativa vigente. La richiesta di riconoscimento sarà valutata dal Consiglio di Corso di studio tenendo conto del numero massimo di crediti riconoscibili fissato nell'ordinamento didattico del Corso.

Il riconoscimento potrà avvenire qualora l'attività sia ritenuta coerente con gli obiettivi formativi specifici del Corso di studio.

ART. 11 TIROCINIO CURRICULARE

Il Corso di studio prevede richiesta dello studente, la possibilità di svolgere un tirocinio curriculare, nel rispetto del Regolamento generale tirocini di Ateneo.

ART. 12 PROVA FINALE

Caratteristiche della prova finale

La prova finale consiste nella redazione e nella discussione pubblica di una tesi scritta ed elaborata in modo originale dallo studente, sotto la guida di un relatore, su un argomento coerente con gli obiettivi del corso di studio, che dimostri la padronanza degli argomenti sul piano teorico e applicativo, la capacità di operare in modo autonomo e capacità di comunicazione.

La prova finale può essere collegata a un progetto o a una attività di tirocinio.

Modalità di svolgimento della prova finale

È ammesso a sostenere la prova finale lo Studente che abbia conseguito tutti i crediti esclusi quelli relativi alla prova finale. La prova finale è costituita da una Tesi di Laurea Magistrale, consistente in una importante attività di progettazione o di ricerca. Tale attività deve concludersi con un elaborato con contenuti originali che dimostri l'autonomia, la padronanza degli strumenti culturali propri dell'Ingegneria Magistrale dell'Automazione e la capacità di comunicazione del candidato.

L'elaborato verte su un argomento coerente con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea stesso. La discussione della tesi di laurea magistrale è pubblica e viene svolta davanti alla Commissione di Laurea Magistrale.

L'argomento della relazione è svolto sotto la supervisione di un Docente di attività formative previste nella programmazione didattica dell'Ateneo. Il voto di Laurea Magistrale è espresso in cento decimi. Il conferimento della lode richiede il giudizio unanime della Commissione esaminatrice.

DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE

Viale del Risorgimento 2 | 40136 Bologna | Italia | Tel. + 39 051 2093001

La Commissione Paritetica docenti-studenti ha espresso parere favorevole sulla coerenza dei crediti assegnati alle singole attività formative e gli specifici obiettivi formativi programmati previsti dal piano didattico, ai sensi dell'articolo 12 comma 3 del DM 270/04 e ss.mm.ii.

DEGREE PROGRAMME TEACHING REGULATIONS

ART. 1 DEGREE PROGRAMME CHARACTERISTICS

The Degree Programme is held in presence and in English. It is an open access Degree Programme with assessment of the admission requirements.

ART. 2 ADMISSION REQUIREMENTS

Admission requirements and procedures

To be admitted to the Degree Programme, applicants must hold a first-cycle degree programme, a three-year university diploma, or another qualification obtained abroad and recognized as valid.

The admission to the Programme is granted to students that comply, first, with the curriculum requirements, second with the adequacy of the prior preparation.

Curriculum requirements

To be admitted to the Second-cycle Degree in Automation Engineering the following curriculum requirements should be met:

Hold a first cycle degree in one of the following degree classes pursuant to D.M. 270/04:

- L7- Ingegneria Civile ed Ambientale
- L8- Ingegneria dell'Informazione
- L9- Ingegneria Industriale
- L30- Scienze e tecnologie fisiche
- L31- Scienze e tecnologie informatiche
- L35 - Scienze Matematiche

Or hold a degree in the equivalent classes to those abovementioned pursuant to the D.M. 509/99 or a degree from a previous degree system or an equivalent qualification obtained abroad

AND

Have obtained University educational credit in the following scientific-disciplinary sector (SSD) :

- at least 36 CFU in the SSD MAT/02, MAT/03, MAT/05, MAT/06, MAT/07, MAT/08, FIS/01, FIS/03;
- at least 6 CFU in the SSD ING-INF/04
- at least 12 CFU in the SSD: ING-IND/13, ING-IND/32, ING-INF/05.

The same criteria shall also apply to those who hold a University degree obtained abroad and deemed suitable by the Degree Programme Board for which it is possible to identify the scientific-disciplinary sector

DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE

Viale del Risorgimento 2 | 40136 Bologna | Italia | Tel. + 39 051 2093001

and the number of credits obtained in each of them. Otherwise, the academic career of the applicant shall be assessed by the Degree Programme Board, requiring an in-depth knowledge of Automatic Controls, Mechanics, Computer Science, Electric Drives to be admitted.

Assessment of adequacy of the Applicants' prior preparation

Admission to the Programme shall be granted on condition the applicants' prior preparation is considered adequate.

The assessment will be carried out according to the following procedures:

1. For students holding a first cycle-degree, the adequacy of the academic prior preparation is met by at least one of the following requirements, which must be held according to the deadlines, rules and regulations set out yearly by the relevant University's offices:
 - a. Graduation mark no lower than 94/110.
 - b. Graduation mark no lower than 90/110 and having complied with all the following requirements:
 - At least 42 ECTS in the SSD ING-IND/13, ING-IND/32, ING-INF/04;
 - At least 30 ECTS in the SSD ING-INF/01, ING-INF/04, ING-INF/05;
 - At least 24 ECTS in the SSD MAT/07, ING-IND/14, ING-IND/31, ING-IND/35.

If the graduate obtained their degree within an academic framework that did not adopt the ECTS/CFU credit system, the regulations shall be applied by counting one full year-long course in the originating system as equivalent to 12 CFU, and one semester-long course as equivalent to 6 CFU.

2. For graduating students, the adequacy of the academic preparation is met by at least one of the following requirements, which must be held according to the deadlines, rules and regulations set out yearly by the relevant University's offices:
 - a. Having earned at least 150 ECTS and a weighted average greater than or equal to 25/30
 - b. Having earned at least 150 ECTS, a weighted average greater than or equal to 24/30 and fulfilling all the following requirements:
 - At least 42 ECTS in the SSD ING-IND/13, ING-IND/32, ING-INF/04;
 - At least 30 ECTS in the SSD ING-INF/01, ING-INF/04, ING-INF/05;
 - At least 24 ECTS in the SSD MAT/07, ING-IND/14, ING-IND/31, ING-IND/35.

Criteria set forth in this paragraph shall also be applicable to those holding a university qualification obtained abroad, as long as it is deemed adequate by the Degree Programme Board and the following conditions are met:

- The graduation mark/CGPA can be converted into a 110-scale base (final mark's scale in the Italian Higher Education System), or a 30 scaled-base for graduating students.
- Each exam can be associated with a scientific field and a credit system (similar to the ECTS scale).

DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE

Viale del Risorgimento 2 | 40136 Bologna | Italia | Tel. + 39 051 2093001

However, if the applicant's foreign qualification is not comparable to the Italian Higher Education System, the Degree Programme Board will assess the Transcript of Records and evaluate the adequacy of the applicant's preparation on a case-by-case basis.

Should the aforementioned conditions be not fulfilled (fully or in part), the academic preparation is not considered adequate and the enrollment to the Degree Programme is not permitted.

Regarding language skills, the adequacy of personal preparation for admission to the Programme also includes knowledge of English at level B-2 or higher (according to the CEFR). The verification is deemed to be satisfied for students with appropriate linguistic certification listed in the Degree Programme website.

It is furthermore required to prove Italian Language knowledge through submitting a valid language certification as detailed on the Degree Programme website. Those students who do not hold such a certification will mandatory be required to include a learning activity taught in Italian in their study plan.

Only students with Italian citizenship or students who hold an Italian first cycle degree or an Italian three-year university diploma or a five years high school diploma may be exempted.

ART. 3 CURRICULA

The course is structured into curricula.

The mobility between curricula is not allowed.

ART. 4 INDIVIDUAL STUDY PLANS

There is the possibility of submitting individual study plans according to the methods, criteria and deadlines communicated through the Degree Programme website.

The individual study plans, approved by the Degree Programme Board, must comply with the Degree programme regulations.

ART.5 IMPLEMENTATION OF LEARNING ACTIVITIES AND TYPES OF LEARNING ACTIVITIES

The study plan attached indicates how each learning activity is carried out, their breakdown into hours of classroom teaching, practical exercises, or internships, as well as the type of teaching forms.

Any further information relating to them will be published annually on the Degree Programme website.

ART. 6 FLEXIBLE PATHWAY

Students may opt for the flexible pathway that allows them to complete the Degree Programme in a shorter (accelerated path) or a longer time than the standard duration (part-time path)

ART. 7 ASSESSMENT OF LEARNING ACTIVITIES

The study plan specifies the cases in which the learning activities conclude with an examination graded in a thirty-point scale or with a pass/fail assessment.

The methods for carrying out the examinations are established annually by the Degree Programme Board and they are communicated to students before the start of classes through the Degree Programme website. At least six exams dates are scheduled throughout the calendar year, spaced at intervals of no less than 15 days.

ART. 8 ELECTIVE LEARNING ACTIVITIES - COURSES FREELY CHOSEN BY THE STUDENT

DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE

Viale del Risorgimento 2 | 40136 Bologna | Italia | Tel. + 39 051 2093001

The student may choose from learning activities provided by the University of Bologna on condition that they are consistent with the Degree Programme.

The Degree Board identifies annually and communicates through the Degree Programme website a list of learning activities deemed coherent with the educational path.

If the student intends to choose a learning activity not included in those identified by the Degree Board, she/he must make a request to the Degree Board within the deadlines set each year and published on the Degree Programme website. The Degree Programme Board will assess the consistency of the choice with the student's educational path.

ART. 9 ACKNOWLEDGEMENT OF CREDITS ACQUIRED IN OTHER DEGREE PROGRAMMES

Credits earned in other degree programmes at Italian or foreign universities shall be recognized by the Degree Programme Board up to the equivalent number of credits within the same scientific-disciplinary sector (SSD) as established by the Degree Programme regulations, in accordance with the relevant scientific-disciplinary fields and the type of the educational activities.

The recognition of credits shall be based on the following criteria:

- Examination of the curriculum undertaken;
- Assessment of the consistency of the scientific-disciplinary sector, and of the contents of the courses whence the student has acquired the credits, with the specific teaching objectives of Degree Programme and of the educational activities to be recognized, while still pursuing the goal of student mobility

Credits obtained in degree programmes of the same class shall be recognized for no less than fifty percent. If, after recognition under the above rules, there are residual unused credits, the Degree Board may recognize them on a case-by-case basis, taking into account educational and cultural affinities

ART. 10 ACKNOWLEDGEMENT OF CREDITS FOR EXTRA-UNIVERSITY COMPETENCIES AND SKILLS

Extra-university competencies might be recognized in the cases envisaged by the applicable legislation.

Such a recognition will be evaluated by the Degree Board, taking into account the maximum credit threshold set forth on the Degree regulations.

The activity may be recognized as long as it is deemed consistent with the degree's learning outcomes.

ART. 11 CURRICULAR INTERNSHIP

At the student's request, the Degree Programme allow for the possibility to carry out a curricular internship, in accordance with the University's general Internship Regulations.

ART. 12 FINAL EXAMINATION

Characteristics of the Final Examination

The final examination consists of the preparation and public defense of a written thesis, originally developed by the student under the guidance of a supervisor, on a topic consistent with the objectives of the degree programme. The thesis must demonstrate mastery of the subject matter from both a theoretical and an applied perspective, as well as the ability to work independently and communication skills. The final examination may be linked to a project or to an internship activity

DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE

Viale del Risorgimento 2 | 40136 Bologna | Italia | Tel. + 39 051 2093001

Procedures for the final examination

For admission to the final examination, the student must have obtained all the credits envisaged by the the course structure for activities other than the final examination, distributed among the various types according to the degree regulations.

The final examination consists of a Master's Degree Thesis, involving a substantial design or research activity. This activity must result in a written dissertation containing original contents that demonstrates the candidate's independence, mastery of the cultural and technical tools of the Automation Engineering as well as communication skills.

The dissertation must address a topic consistent with the learning objectives of the Degree Programme.

The thesis defense is public and takes place in front of Master's Degree Examination Committee.

The thesis topic is developed under the supervision of a faculty member responsible for a learning activity held at the University. The grade for the Master's degree is given on a 110-point scale. The award of honours is subject to the unanimous decision of the Commission.

The Joint Teaching-Student Committee issued a favourable opinion on the consistency between the credits assigned to each educational activity and the specific learning objectives set out in the study plan , pursuant to Article 12, paragraph 3 of Italian Ministerial Decree No. 270/04.

Anno Accademico 2026/2027
Classe LM-25-INGEGNERIA DELL'AUTOMAZIONE
Corso 6711-AUTOMATION ENGINEERING

Curriculum: AUTOMATION ENGINEERING (C73)

Note: Gli studenti stranieri privi di un'adeguata conoscenza della lingua italiana dovranno obbligatoriamente inserire nel piano didattico l'attività formativa: B8710 ITALIANO DI BASE PER LE PROFESSIONI TECNOLOGICHE

Primo Anno di Corso

Gruppo: 1) Mandatory courses

TAF: Ambito:

Cfu min: Cfu max:

Note:

Attività formativa	TIP	SSD	SSD 2024	TAF	CFU	ORE F/E/L/N	FREQ.	VER.
6711 000 000 92992 - 0 - INDUSTRIAL ROBOTICS M		ING-INF/04	IINF-04/A	B	6	60/0/0/0	No	Voto
<p>Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione</p> <p>Obiettivi: Il corso fornisce competenze avanzate nel campo della robotica industriale. Oltre a una sintesi dei principali concetti di cinematica e dinamica e dei principali algoritmi di controllo, gli argomenti affrontati durante il corso sono: tecniche di controllo avanzato per il controllo del moto e dell'interazione per manipolatori industriali (controllo robusto, controllo adattivo, controllo ad apprendimento, controllo di forza), pianificazione della traiettoria per robot e macchine automatiche, modellistica e controllo di robot mobili.</p> <p>Gli studenti apprenderanno nel dettaglio tecniche di modellistica, schemi di controllo avanzati, metodo di pianificazione della traiettoria non solo per i robot, ma più in generale per macchine automatiche con multi-gradi di libertà.</p> <p>Obiettivi inglese: The course provides advanced competencies in the field of industrial robotics. Besides a summary of the main concepts of kinematics and dynamics and of the basic control schemes, the main topics addressed in the course are advanced control schemes for position and force control of industrial manipulators (robust control, adaptive control, learning control, stiffness, impedance, hybrid position/force), trajectory planning for robots and automated machines.</p> <p>Students will learn in details modelling techniques, advanced control schemes, trajectory planning method not only for robots, but more in general for multi-degrees of freedom automatic machines.</p>								
6711 000 000 92991 - 0 - LEARNING AND ESTIMATION OF DYNAMICAL SYSTEMS M		ING-INF/04	IINF-04/A	B	6	60/0/0/0	No	Voto
<p>Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione</p> <p>Obiettivi: Obiettivo del corso è la conoscenza dei principali metodi basati sui dati (data-driven) per la determinazione di modelli matematici di sistemi dinamici. I modelli ottenuti trovano impiego in moltissime applicazioni, ingegneristiche e non. Il corso tratta tecniche di identificazione ed apprendimento automatico quali regressione lineare, regressione logistica, metodo dell'errore di predizione, metodo della variabile strumentale, stima a massima verosimiglianza, support vector machine. Viene anche presentata la teoria del filtraggio alla Kalman come strumento per la stima dello stato di sistemi dinamici. Al termine del corso gli studenti sono in grado di applicare i principali algoritmi di identificazione ed apprendimento automatico alla soluzione di problemi applicativi e di valutare la bontà dei modelli ottenuti tramite tali algoritmi.</p> <p>Obiettivi inglese: The course will provide students with the main data-driven approaches for learning mathematical models of dynamic systems. The learned models can then be used for automation, control and systems engineering applications. The course covers system identification and machine learning techniques like linear regression, logistic regression, prediction error method, instrumental variable, maximum likelihood, support vector machine. The basics of estimation theory are also covered and the Kalman filter is presented as a tool for estimating the state of a dynamic system from input-output data. At the end of the course students are able to apply the main system identification and machine learning algorithms to solve application problems and to evaluate the quality of the learned models.</p>								

6711 000 000 78809 - 0 - MATHEMATICAL METHODS FOR AUTOMATION ENGINEERING M	MAT/07	MATH-04/A	6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative						C
Obiettivi: Al termine del corso lo studente ha le seguenti competenze. Ha familiarità con il framework della moderna teoria della probabilità; conosce tutti i concetti generali e in particolare ha conoscenze specifiche sulle applicazioni della teoria della probabilità nell'ambito dell'ingegneria dell'automazione: conosce i fondamenti della teoria dell'affidabilità e le distribuzioni probabilistiche di maggiore rilievo in questo ambito. Ha familiarità con i fondamenti della teoria dei processi stocastici sia discreti che continui. Ha familiarità con concetti di base di ottimizzazione non vincolata e vincolata: conosce le principali definizioni, condizioni di ottimalità e algoritmi di base. Ha competenze per poter sviluppare ulteriormente le sue conoscenze nell'area dei sistemi di decisione, pianificazione e controllo in base alle necessità future.						
Obiettivi inglese: At the end of the course students have the following skills. They are familiar with the framework of the modern theory of probability; they know the foundations and, in particular, they have specific knowledge about the applications of the probability theory to automation engineering: they know all the basics of reliability theory and the most important probabilistic distributions relevant in this field. They are familiar with the fundamentals of stochastic processes, both discrete and continuous. They are familiar with basics of unconstrained and constrained optimization theory: they know the main definitions, the optimality conditions and basic algorithms. They have expertise to further develop their knowledge in the area of decision, planning and control according to future needs.						
6711 000 000 84229 - 0 - MECHANICS OF MACHINES FOR AUTOMATION M	ING-IND/13	IIND-02/A	9	90/0/0/0	No	Voto
Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione						B
Obiettivi: Il corso si propone di rafforzare le conoscenze sulla modellazione di meccanismi per macchine automatiche. Gli argomenti trattati includono: la cinematica e la dinamica di sistemi multi-corpo dotati di moto spaziale e con molteplici gradi di libertà; dinamica dei sistemi motore-trasmissione-carico; vibrazioni meccaniche dei sistemi molla-massa-smorzatore a molteplice grado di libertà. Al termine del corso lo studente possiede nozioni e metodologie avanzate per l'analisi e la progettazione di macchine automatiche.						
Obiettivi inglese: The course aims at strengthening the knowledge on the modelling of mechanisms for automatic machines. Topics that are covered include: kinematics and dynamics of multibody systems with spatial motion and multiple degrees of freedom; dynamics of motor-transmission-load systems; mechanical vibrations of spring-mass-damper systems with multiple degrees of freedom. At the end of the course, the student possesses advanced notions and methodologies for the analysis and design of automatic machines.						
6711 000 000 B5665 - 0 - REAL TIME SYSTEMS AND PROGRAMMING FOR AUTOMATION M	ING-INF/05	IINF-05/A	12	120/0/0/0	No	Voto
Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative						C
Obiettivi: Alla fine del corso lo studente: - conosce le basi di Python e programmazione a oggetti; - ha familiarità con i concetti fondamentali relativi all'organizzazione e al funzionamento dei moderni sistemi operativi con un'enfasi sui sistemi realtime per l'automazione; - sa realizzare semplici applicazioni concorrenti che usino chiamate a sistema e meccanismi di sincronizzazione; - sa analizzare progettare e implementare semplici applicazioni concorrenti realtime.						
Obiettivi inglese: At the end of the course, the student: - knows the basics of Python and object oriented programming; - is familiar with the fundamental concepts underlying modern operating system organization and functioning, with an emphasis on real-time systems for automation; - is able to realize simple concurrent applications using system calls and synchronization mechanisms; - is able to analyze, design and implement simple real-time concurrent applications.						
6711 000 000 92990 - 0 - SYSTEM THEORY AND ADVANCED CONTROL M	ING-INF/04	IINF-04/A	9	90/0/0/0	No	Voto
Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione						B
Obiettivi: The course will provide students with the fundamental tools for the analysis and control of multivariable dynamic systems and their structural properties. Basic tools of system theory will be introduced, such as possible representation of dynamic linear systems, structural properties (stability, observability, controllability), special normal forms, Kalman decomposition, and others. The course will also address some aspects of modern multivariable control schemes starting from optimal control (in the deterministic setting), adaptive and robust control, also presenting basic aspects of nonlinear control systems. At the end of the course students master all the basic principles of system theory by studying in a systematic way properties of multivariable dynamic systems, and have a good knowledge of modern control tools for multivariable systems.						
Obiettivi inglese: The course will provide students with the fundamental tools for the analysis and control of multivariable dynamic systems and their structural properties. Basic tools of system theory will be introduced, such as possible representation of dynamic linear systems, structural properties (stability, observability, controllability), special normal forms, Kalman decomposition, and others. The course will also address some aspects of modern multivariable control schemes starting from optimal control (in the deterministic setting), adaptive and robust control, also presenting basic aspects of nonlinear control systems. At the end of the course students master all the basic principles of system theory by studying in a systematic way properties of multivariable dynamic systems, and have a good knowledge of modern control tools for multivariable systems.						

Gruppo: 2) Elective courses**TAF: C Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative****Cfu min: 6 Cfu max: 6**

Note: Choose 6 CFU among the following courses:

Attività formativa	TIP	SSD	SSD 2024	TAF	CFU	ORE F/E/L/N	FREQ.	VER.
6711 000 000 93322 - 0 - HARDWARE-SOFTWARE DESIGN OF IOT SYSTEMS M		ING-INF/01	IINF-01/A	C	6	60/0/0/0	No	Voto
<p>Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative</p> <p>Obiettivi: The main goal of the class is to enable students to specify, configure, program and verify complex embedded electronic systems for the Internet of Things and for Artificial Intelligence. The importance of hardware-software interaction will be emphasized, as all practical IoT and AI systems are programmable. The class will provide working knowledge on state-of-the-art hardware platforms used in embedded AI and IoT applications - spanning a wide range of power and cost vs. performance tradeoffs. A detailed coverage will be given of software abstractions and methodologies for developing applications leveraging the capabilities of the above mentioned platforms. Design automation tools and flows will also be covered.</p> <p>Obiettivi inglese: The main goal of the class is to enable students to specify, configure, program and verify complex embedded electronic systems for the Internet of Things and for Artificial Intelligence. The importance of hardware-software interaction will be emphasized, as all practical IoT and AI systems are programmable. The class will provide working knowledge on state-of-the-art hardware platforms used in embedded AI and IoT applications - spanning a wide range of power and cost vs. performance tradeoffs. A detailed coverage will be given of software abstractions and methodologies for developing applications leveraging the capabilities of the above mentioned platforms. Design automation tools and flows will also be covered.</p>								
6711 000 000 69661 - 0 - IMAGE PROCESSING AND COMPUTER VISION M		ING-INF/05	IINF-05/A	C	6	60/0/0/0	No	Voto
<p>Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative</p> <p>Obiettivi: The course aims to introduce basic knowledge about algorithms, tools and systems for the management, processing and analysis of digital images. The main topics of the course are filtering aspects of digital images, algorithms for image processing, algorithms for segmentation and classification of objects in digital images. Theoretical aspects that are introduced in the course are then applied to the design and manufacturing capabilities of simple systems oriented to real world applications. At the end of the course students are able to master basic digital image processing techniques and know potentials of this technology in applicative research and industrial contexts.</p> <p>Obiettivi inglese: The course aims to introduce basic knowledge about algorithms, tools and systems for the management, processing and analysis of digital images. The main topics of the course are filtering aspects of digital images, algorithms for image processing, algorithms for segmentation and classification of objects in digital images. Theoretical aspects that are introduced in the course are then applied to the design and manufacturing capabilities of simple systems oriented to real world applications. At the end of the course students are able to master basic digital image processing techniques and know potentials of this technology in applicative research and industrial contexts.</p>								
6711 000 000 95601 - 0 - OPTIMIZATION AND MACHINE LEARNING M		MAT/09	MATH-06/A	C	6	60/0/0/0	No	Voto
<p>Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative</p> <p>Obiettivi: The aim of this course is to provide the student the ability of using both machine learning and mathematical optimization for advanced analytics. In particular, machine learning techniques are at the core of predictive analytics, where – based on historical data – one needs to predict the future outcome of a time series or classify unseen observations. Machine learning techniques build upon optimization techniques, and, in the case of neural networks, continuous optimization methods. Conversely, discrete optimization methods are at the core of prescriptive analytics, where one is required to make decisions optimizing a certain revenue / saving function by selecting within a discrete set. Discrete optimization methods are empowered by machine learning in estimating the parameters of the associated decision problems and, in some cases, benefit from machine learning to speed up the solution techniques.</p> <p>Obiettivi inglese: The aim of this course is to provide the student the ability of using both machine learning and mathematical optimization for advanced analytics. In particular, machine learning techniques are at the core of predictive analytics, where – based on historical data – one needs to predict the future outcome of a time series or classify unseen observations. Machine learning techniques build upon optimization techniques, and, in the case of neural networks, continuous optimization methods. Conversely, discrete optimization methods are at the core of prescriptive analytics, where one is required to make decisions optimizing a certain revenue / saving function by selecting within a discrete set. Discrete optimization methods are empowered by machine learning in estimating the parameters of the associated decision problems and, in some cases, benefit from machine learning to speed up the solution techniques.</p>								

6711 000 000 69441 - 0 - OPTIMIZATION MODELS AND ALGORITHMS M	MAT/09	MATH-06/A	6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative			C			
Obiettivi: Al termine del corso, lo studente è in grado di formulare problemi di ottimizzazione tramite modelli di Programmazione Lineare e Lineare Intera, ha conoscenze sulla modellazione di problemi su grafo, sa risolvere problemi di ottimizzazione applicando algoritmi esatti, e conosce la teoria matematica su cui si fondano questi metodi.						
Obiettivi inglese: At the end of the course, the student is able to formulate optimization problems as Linear and Integer Linear Programming models, has notions about problems modelled on graphs, knows how to solve optimization problems by applying exact algorithms, and owns the mathematical theory on which these methods are based.						

6711 000 000 73924 - 0 - POWER ELECTRONIC CIRCUITS M	ING-IND/31	IJET-01/A	6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 1008 - A scelta dello studente			C			
Obiettivi: L'obiettivo del corso è fornire supplementi di circuiti elettrici lineari e non lineari con particolare attenzione ai circuiti elettronici di potenza. I principali argomenti affrontati nel corso riguardano la distorsione armonica di corrente e tensione, le potenze in regime stazionario non sinusoidale, diodi di potenza e SCR, raddrizzatori monofase e trifase, interruttori elettronici di potenza, componenti emergenti, le basi sulle tecniche di modulazione (PWM), inverter monofase e trifase e altri tipi di convertitori. Alla fine del corso gli studenti padroneggiano le tecnologie dell'elettronica di potenza con una particolare attenzione al campo dell'automazione. Il corso fornisce le basi di elettronica di potenza strumentali al corso "Azionamenti elettrici per l'automazione M".						
Obiettivi inglese: The goal of the course is to provide supplements of linear and non-linear electric circuits with special emphasis towards power electronic circuits. The main topics addressed in the course regards current and voltage harmonic distortion and powers in non-sinusoidal steady-state, Power diodes and SCRs, single phase and three phases rectifiers, Power electronic switches, emerging component, basics of pulse width modulation (PWM), single-phase and three-phase inverters and others. At the end of the course students master power electronics technologies with a special emphasis towards the automation field. The course provides basic in power electronics that are instrumental to the course "Electric Drives for Automation M".						

Secondo Anno di Corso

Gruppo: 1) Mandatory courses

TAF: **Ambito:**

Cfu min: Cfu max:

Note:

Attività formativa	TIP	SSD	SSD 2024	TAF	CFU	ORE F/E/L/N	FREQ.	VER.
6711 000 000 92993 - 0 - MODELING AND SIMULATION OF MECHATRONIC SYSTEMS M	ING-INF/04	IINF-04/A		9	90/0/0/0	No	Voto	
Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione				B				
Obiettivi: Al termine del corso lo studente conosce i principi e le metodologie principali per la progettazione integrata di un sistema meccatronico, partendo dalla modellazione matematica e simulazione numerica, per giungere fino all'implementazione della legge di controllo, che può essere validata sul modello simulato. Questi principi generali sono esaminati in dettaglio e con un taglio orientato alla progettazione del sistema di controllo, anche attraverso una serie di attività progettuali che gli studenti dovranno portare a termine sotto la supervisione del docente.								
Obiettivi inglese: The course aims to present the basic principles and the main methodologies for the integrated design of a mechatronic system. The starting point is mathematical modelling and numerical simulation, to arrive at the implementation of the control law that could be validated on the simulative model of the plant. Such general principles are explained in detail and with a focus on the development of the regulator, also with the help of project-based activities that the students have to complete under the supervision of the teacher.								
6711 000 000 B5679 - 0 - OPTIMAL CONTROL AND REINFORCEMENT LEARNING M	ING-INF/04	IINF-04/A		6	60/0/0/0	No	Voto	
Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione				B				
Obiettivi: Il corso si concentra su metodi teorici e numerici per la progettazione di traiettorie e leggi di controllo di sistemi dinamici per ottimizzare un indice di prestazione e soddisfare dei vincoli. I metodi presentati coinvolgono le aree del controllo ottimo, "reinforcement learning" e controllo predittivo con una forte enfasi su ottimizzazione numerica. Al termine del corso lo studente sarà in grado di: (i) impostare problemi di controllo ottimo e "reinforcement learning" e caratterizzarne le condizioni di ottimalità, (ii) sviluppare metodi numerici di ottimizzazione di controllo ottimo e "reinforcement learning" per calcolare traiettorie e leggi di controllo ottime e ammissibili, e (iii) progettare schemi di controllo predittivo basati su ottimizzazione per la regolazione di sistemi autonomi. Per creare un ponte tra teoria e applicazioni, lo studente applicherà le tecniche proposte all'ottimizzazione di traiettorie e alla regolazione di manovra di sistemi autonomi in diversi domini applicativi quali veicoli autonomi, robot intelligenti (e.g., robot aerei) e altri sistemi meccatronici.								
Obiettivi inglese: The course focuses on theoretical and numerical methods for the design of trajectories and feedback policies of dynamical systems to optimize a performance index and satisfy given constraints. The presented methods involve the areas of optimal control, reinforcement learning and model predictive control with a strong focus on numerical optimization. At the end of the course students will know how to (i) model optimal control and reinforcement learning problems and characterize optimality conditions, (ii) develop numerical optimization methods from optimal control and reinforcement learning to compute optimal, feasible trajectories and policies, and (iii) design optimization-based predictive control schemes for maneuvering of autonomous systems. To bridge the gap between theory and application, students will apply the studied								

techniques to trajectory optimization and maneuvering of autonomous systems in a number of application domains including autonomous vehicles, intelligent robots(e.g., aerial robots) and other mechatronic systems.

Gruppo: 2) Final examination**TAF: E Ambito: 1018 - Per la prova finale****Cfu min: 21 Cfu max: 21**

Note: Lo studente può scegliere di svolgere la sola prova finale (Gruppo A) oppure la prova finale e un'attività a scelta tra il tirocinio in preparazione della prova finale, il tirocinio in preparazione della prova finale all'estero o la preparazione della prova finale all'estero (Gruppo B).

Attività formativa	TIP	SSD	SSD 2024	TAF	CFU	ORE F/E/L/N	FREQ.	VER.
2.1) Group A					0-21			
6711 000 000 60750 - 0 - FINAL EXAMINATION					21	0/0/0/0	No	
Ambito: 1018 - Per la prova finale				E				
Obiettivi: Preparation for the final examination according to the provisions of the Teaching Regulation of the Program.								
Obiettivi inglese: Preparation for the final examination according to the provisions of the Teaching Regulation of the Program.								
2.2) Group B					0-21			
6711 000 000 86301 - 0 - FINAL EXAMINATION					3	0/0/0/0	No	
Ambito: 1018 - Per la prova finale				E				
Obiettivi: Preparation for the final examination according to the provisions of the Teaching Regulation of the Program.								
Obiettivi inglese: Preparation for the final examination according to the provisions of the Teaching Regulation of the Program.								
6711 000 000 84551 - 0 - INTERNSHIP ABROAD FOR PREPARATION OF THE FINAL EXAMINATION					18	0/0/450/0	No	Giudizio
Ambito: 1018 - Per la prova finale				E				
Obiettivi: Promoting students' knowledge of the work field through thesis preparation abroad, based on a internship project agreed with the supervisor.								
Obiettivi inglese: Promoting students' knowledge of the work field through thesis preparation abroad, based on a internship project agreed with the supervisor.								
6711 000 000 86296 - 0 - INTERNSHIP FOR PREPARATION FOR THE FINAL EXAMINATION					18	0/0/450/0	No	Giudizio
Ambito: 1018 - Per la prova finale				E				
Obiettivi: Promoting students' knowledge of the work field through thesis preparation, based on a internship project agreed with the supervisor.								
Obiettivi inglese: Promoting students' knowledge of the work field through thesis preparation, based on a internship project agreed with the supervisor.								

6711 000 000 84548 - 0 - PREPARATION FOR THE FINAL EXAMINATION ABROAD

18

0/0/450/0

No

Giudizio

Ambito: 1018 - Per la prova finale

E

Obiettivi: With the preparation for the final examination abroad, the students get a direct knowledge of the possible professional developments linked to the specific work and research field in line with master's programme.

Obiettivi inglese: With the preparation for the final examination abroad, the students get a direct knowledge of the possible professional developments linked to the specific work and research field in line with master's programme.

Gruppo: 3) Elective courses (First group)**TAF: B Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione****Cfu min: 12 Cfu max: 12**

Note: Choose 12 CFU among the following courses:

Attività formativa	TIP	SSD	SSD 2024	TAF	CFU	ORE F/E/L/N	FREQ.	VER.
6711 000 000 87269 - 0 - AUTOMATION SOFTWARE AND DESIGN PATTERNS M		ING-INF/04	IINF-04/A		6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione				B				
Obiettivi: Il corso si propone di fornire una visione razionale delle principali problematiche, metodi, schemi di progettazione e ambienti di sviluppo per l'implementazione dei moderni sistemi di automazione per l'industria intelligente. Il corso si concentrerà sulla generazione model-based di macchine a stati finiti, livelli di astrazione basati su Input e Output Bridges, Generic Devices e Generic Axes e sistemi di diagnostica e gestione dei guasti. Al termine del corso gli studenti sono in grado di padroneggiare aspetti progettuali di architetture software avanzate per macchine automatiche complesse e l'industria intelligente, definendo modelli e soluzioni flessibili per i problemi più comuni, indipendentemente dall'architettura della macchina e dell'hardware di controllo. Il corso mira a rispondere alle esigenze delle industrie dell'automazione in generale, con particolare attenzione alle aziende leader a livello mondiale nell'automazione dell'area Bolognese.								
Obiettivi inglese: The course aims to provide a rational view of the main principles, methodological issues, design patterns and integrated development environments involved in the implementation of modern automation systems for Smart Industry. The course will focus on model driven generation of Finite State Machines, connection layers based on Input and Output Bridges, Generic Devices and Generic Axes, diagnosis tools and fault management systems. At the end of the course students are able to master design aspects of advanced automation software architectures for complex automated machines and smart industry, defining models and flexible solutions for common problems independently from the machine and hardware architecture. The course aims to answer the needs of automation industries in general, with particular attention to world-wide leader automation companies in the Bologna area.								
6711 000 000 92996 - 0 - AUTONOMOUS AND MOBILE ROBOTICS M		ING-INF/04	IINF-04/A		6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione				B				
Obiettivi: Il corso introduce al mondo dei robot mobili autonomi e ai manipolatori mobili, concentrandosi principalmente sui robot terrestri e robot mobili per l'industria intelligente ma con menzione ai robot aerei e subacquei. Nel corso si sviluppa la modellazione dei robot mobili e i relativi aspetti di controllo, nonché la pianificazione delle attività e della traiettoria per questi robot. Il problema della percezione e del sensing di ambienti sconosciuti verrà affrontato sia dal punto di vista tecnologico che metodologico, con l'obiettivo di fornire autonomia al sistema, e verranno introdotti i principali algoritmi per la soluzione dei problemi di navigazione e localizzazione. Verranno considerati gli aspetti di controllo per robot ridondanti, con focus sulla molteplicità di compiti con diversa priorità e le relative strategie di controllo, come il controllo gerarchico. Gli aspetti relativi alla condivisione dello spazio di lavoro con altri robot e esseri umani verranno studiati introducendo concetti base di robotica collaborativa e sicurezza. Sarà affrontata l'implementazione in ambito ROS degli aspetti teorici presentati nel corso, e saranno svolte attività pratiche di progettazione e controllo di robot mobili (TurtleBot3) e manipolatori mobili (PAL Tiago e RB-KAIROS) sfruttando sia strumenti di simulazione che veri robot. Alla fine del corso gli studenti conoscono le tecnologie di robotica mobile di base e padroneggiano gli aspetti di modellazione e controllo dei robot mobili utilizzati sia nell'industria intelligente che in contesti di ricerca.								
Obiettivi inglese: The course introduces the field of autonomous mobile robots and manipulators, focusing mainly on terrestrial and smart industrial applications but with mention to aerial and underwater robots. The course will focus on mobile robots modelling and control aspects, as well as the task and trajectory planning for these robots. The problem of perception and sensing of unknown environments will be addressed from both the technological and methodological point of view, aiming at the autonomy of the system, and the main algorithms for the solution of the navigation and localization problems will be introduced. The control aspects for redundant robot will be considered, with focus on multiplicity of tasks with different priority and the related control strategies, such as hierarchical control. The aspects related to workspace sharing with other robots and humans will be investigated by introducing basic concepts of collaborative robotics and safety. The implementation in the ROS framework of the theoretical aspects presented in the course will be addressed, and practical activities on designing and controlling mobile robots (TurtleBot3) and mobile manipulators (PAL Tiago and RB-KAIROS) will be carried out exploiting both simulation tools and real robots. At the end of the course students know basic mobile robotic technologies and they master modeling and control aspects of mobile robots used in both smart industry and research settings.								

6711 000 000 35166 - 0 - DIAGNOSIS AND CONTROL M	ING-INF/04	IINF-04/A	6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito:	208 - Ingegneria dell'automazione		B			
<p>Obiettivi: L'insegnamento mira a fornire una sistematica visione delle principali metodologie e norme tecniche che devono essere utilizzate per affrontare in modo razionale e consistente le problematiche legate ai guasti e ai malfunzionamenti dei moderni sistemi ingegneristici, con crescente livello di automazione/autonomia. Gli argomenti del corso includono sia metodologie di diagnosi dei guasti, sia strumenti e norme legate alla functional safety e che regolano la progettazione di sistemi safety-critical. Al termine del corso, - lo studente conosce gli strumenti e le procedure fondamentali per affrontare la failure/hazard analysis, la occurrence/risk assessment e la occurrence/risk reduction; - lo studente conosce alcuni importanti strumenti e metodi per la progettazione di algoritmi di fault detection and isolation legati alla teoria dei sistemi e dei controlli automatici.</p> <p>Obiettivi inglese: The course aims to give a systematic overview of the primary methodologies and technical norms that have to be used to rationally overcome issues related to faults and malfunctioning, affecting modern engineering systems with increasing level of automation/autonomy. The course topics include fault diagnosis methodologies as well as functional safety tools and standards that regulate the design of safety-critical systems. At the end of the course, - students will know fundamental tools and procedures to deal with failure/hazard analysis, occurrence/risk assessment, and occurrence/risk reduction; - students will know some relevant tools and methods to design fault detection and isolation algorithms linked to system and control theory.</p>						

6711 000 000 92995 - 0 - DISTRIBUTED AUTONOMOUS SYSTEMS M	ING-INF/04	IINF-04/A	6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito:	208 - Ingegneria dell'automazione		B			
<p>Obiettivi: Il corso si concentra sulla progettazione di metodi e strumenti software per il controllo, l'ottimizzazione e l'apprendimento di sistemi autonomi. Questi sistemi sono costituiti da agenti cooperativi, come robot intelligenti, veicoli autonomi e sistemi di decisione che mirano a risolvere task complessi secondo un paradigma di calcolo federato e distribuito. Alla fine del corso lo studente saprà progettare una selezione di metodi di controllo, apprendimento e ottimizzazione distribuiti per risolvere task complessi per team di sistemi autonomi. Per creare un ponte tra teoria e applicazioni, attività di laboratorio permetteranno allo studente di progettare tool software per gli algoritmi studiati e di applicarli a vari domini applicativi, quali, ad esempio, (i) pianificazione, guida e controllo ottimo di veicoli autonomi cooperativi e robot intelligenti e (ii) machine learning e analisi di dati per sistemi di decisione.</p> <p>Obiettivi inglese: The course focuses on the design of control, optimization and learning methods and software tools for teams of autonomous systems. These systems consist of cooperative agents, as intelligent robots, autonomous vehicles and decision systems, that aim at performing complex tasks according to a federated and distributed computing paradigm. At the end of the course students will know how to design selected distributed control, optimization and learning algorithms to solve complex tasks involving teams of autonomous systems. To bridge the gap between theory and application, laboratory activities will allow students to design software tools for the studied algorithms and apply them to a number of application domains, including, e.g., (i) planning, guidance and optimal control of cooperative autonomous vehicles and intelligent robots, and (ii) machine learning and data analytics for decision systems.</p>						

Gruppo: 4) Elective courses (Second group)**TAF: F Ambito: 1147 - Altre conoscenze utili per****Cfu min: 6 Cfu max: 6**

Note: Choose 6 CFU among the following courses:

Attività formativa	TIP	SSD	SSD 2024	TAF	CFU	ORE F/E/L/N	FREQ.	VER.
6711 000 000 92998 - 0 - EXTERNAL INTERNSHIP				F	6	0/0/150/0	No	Giudizio
Ambito:	1147 - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro						F	
<p>Obiettivi: The main objective of this internship is to give students the possibility to gain experience in application domains of Automation Engineering through activities carried out in external private and public bodies.</p> <p>Obiettivi inglese: The main objective of this internship is to give students the possibility to gain experience in application domains of Automation Engineering through activities carried out in external private and public bodies.</p>								
6711 000 000 92997 - 0 - INTERNAL INTERNSHIP				F	3	0/0/75/0	No	Giudizio
Ambito:	1147 - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro						F	
<p>Obiettivi: The main objective of this internship is to give students the possibility to gain experience in application domains of Automation Engineering through activities carried out in laboratories of the University of Bologna.</p> <p>Obiettivi inglese: The main objective of this internship is to give students the possibility to gain experience in application domains of Automation Engineering through activities carried out in laboratories of the University of Bologna.</p>								

6711 000 000 B8710 - 0 - ITALIANO DI BASE PER LE PROFESSIONI TECNOLOGICHE				3	24/0/0/0	No	Giudizio
Ambito:	1147 - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro		F				
Obiettivi: Il corso mira a fornire allo studente fondamenti di lingua italiana per facilitare il suo inserimento nel mondo del lavoro. Al termine del corso lo studente: è in grado di valutare opportunità lavorative in ambito tecnologico, sa redigere un curriculum professionale e possiede conoscenze di base per sostenere proficuamente un colloquio di lavoro con le risorse umane e con figure tecniche di aziende.							
Obiettivi inglese: The course aims to provide the student with the foundational Italian language skills to facilitate access to the job market. By the end of the course the student will be able to evaluate job opportunities in the technological field, will know how to draw up a professional CV, and will have the basic knowledge to effectively handle job interviews with both human resources and technical staff from companies.							
6711 000 000 78858 - 0 - LABORATORY OF BUSINESS PLAN M	ING-IND/35	IEGE-01/A		3	0/0/30/0	No	Giudizio
Ambito:	1147 - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro		F				
Obiettivi: Al termine dell'insegnamento, lo studente è in grado di: - Riconoscere e valutare le opportunità imprenditoriali - Valutare la desiderabilità e fattibilità di una idea di business - Redigere e presentare un business plan per la creazione di una nuova impresa - Analizzare, utilizzando la prospettiva dell'investitore, imprese di recente formazione - Capire come finanziare una nuova impresa.							
Obiettivi inglese: On completion of the course, the student is able to: - Recognize and evaluate opportunities for entrepreneurial action - Evaluate the viability of a business idea - Produce and present a business plan for a new venture - Analyze a new or growing venture from the perspective of an investor - Understand how to finance a new venture.							
6711 000 000 B8602 - 0 - TRENDS IN AUTONOMOUS SYSTEMS AND ROBOTICS M				3	30/0/0/0	No	Giudizio
Ambito:	1147 - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro		F				
Obiettivi: Al termine del corso gli studenti avranno una conoscenza più approfondita di una selezione di metodi e tecnologie nel campo dei Sistemi Autonomi e della Robotica. Gli argomenti sono presentati da esperti internazionali (che possono variare ogni anno) in linea con principali trend internazionali e avanzamenti tecnologici							
Obiettivi inglese: By the end of the course, the students will have a more in-depth knowledge of selected methods and technologies in the field of Autonomous Systems and Robotics. The topics are presented by international experts (that may vary each year) to reflect the latest international trends and technological advancements.							

Gruppo: 5) Courses freely chosen by the student**TAF: D Ambito: 1008 - A scelta dello studente****Cfu min: 12 Cfu max: 12**

Note: Choose 12 credits. The course board suggests to attend to the following courses:

Attività formativa	TIP	SSD	SSD 2024	TAF	CFU	ORE F/E/L/N	FREQ.	VER.
6711 000 000 87269 - 0 - AUTOMATION SOFTWARE AND DESIGN PATTERNS M		ING-INF/04	IINF-04/A		6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito:	208 - Ingegneria dell'automazione			B				
Obiettivi: Il corso si propone di fornire una visione razionale delle principali problematiche, metodi, schemi di progettazione e ambienti di sviluppo per l'implementazione dei moderni sistemi di automazione per l'industria intelligente. Il corso si concentrerà sulla generazione model-based di macchine a stati finiti, livelli di astrazione basati su Input e Output Bridges, Generic Devices e Generic Axes e sistemi di diagnostica e gestione dei guasti. Al termine del corso gli studenti sono in grado di padroneggiare aspetti progettuali di architetture software avanzate per macchine automatiche complesse e l'industria intelligente, definendo modelli e soluzioni flessibili per i problemi più comuni, indipendentemente dall'architettura della macchina e dell'hardware di controllo. Il corso mira a rispondere alle esigenze delle industrie dell'automazione in generale, con particolare attenzione alle aziende leader a livello mondiale nell'automazione dell'area Bolognese.								
Obiettivi inglese: The course aims to provide a rational view of the main principles, methodological issues, design patterns and integrated development environments involved in the implementation of modern automation systems for Smart Industry. The course will focus on model driven generation of Finite State Machines, connection layers based on Input and Output Bridges, Generic Devices and Generic Axes, diagnosis tools and fault management systems. At the end of the course students are able to master design aspects of advanced automation software architectures for complex automated machines and smart industry, defining models and flexible solutions for common problems independently from the machine and hardware architecture. The course aims to answer the needs of automation industries in general, with								

particular attention to world-wide leader automation companies in the Bologna area.

6711 000 000 92996 - 0 - AUTONOMOUS AND MOBILE ROBOTICS M	ING-INF/04	IINF-04/A	6	60/0/0/0	No	Voto
<p>Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione</p> <p>Obiettivi: Il corso introduce al mondo dei robot mobili autonomi e ai manipolatori mobili, concentrandosi principalmente sui robot terrestri e robot mobili per l'industria intelligente ma con menzione ai robot aerei e subacquei. Nel corso si sviluppa la modellazione dei robot mobili e i relativi aspetti di controllo, nonché la pianificazione delle attività e della traiettoria per questi robot. Il problema della percezione e del sensing di ambienti sconosciuti verrà affrontato sia dal punto di vista tecnologico che metodologico, con l'obiettivo di fornire autonomia al sistema, e verranno introdotti i principali algoritmi per la soluzione dei problemi di navigazione e localizzazione. Verranno considerati gli aspetti di controllo per robot ridondanti, con focus sulla molteplicità di compiti con diversa priorità e le relative strategie di controllo, come il controllo gerarchico. Gli aspetti relativi alla condivisione dello spazio di lavoro con altri robot e esseri umani verranno studiati introducendo concetti base di robotica collaborativa e sicurezza. Sarà affrontata l'implementazione in ambito ROS degli aspetti teorici presentati nel corso, e saranno svolte attività pratiche di progettazione e controllo di robot mobili (TurtleBot3) e manipolatori mobili (PAL Tiago e RB-KAIROS) sfruttando sia strumenti di simulazione che veri robot. Alla fine del corso gli studenti conoscono le tecnologie di robotica mobile di base e padroneggiano gli aspetti di modellazione e controllo dei robot mobili utilizzati sia nell'industria intelligente che in contesti di ricerca.</p> <p>Obiettivi inglese: The course introduces the field of autonomous mobile robots and manipulators, focusing mainly on terrestrial and smart industrial applications but with mention to aerial and underwater robots. The course will focus on mobile robots modelling and control aspects, as well as the task and trajectory planning for these robots. The problem of perception and sensing of unknown environments will be addressed from both the technological and methodological point of view, aiming at the autonomy of the system, and the main algorithms for the solution of the navigation and localization problems will be introduced. The control aspects for redundant robot will be considered, with focus on multiplicity of tasks with different priority and the related control strategies, such as hierarchical control. The aspects related to workspace sharing with other robots and humans will be investigated by introducing basic concepts of collaborative robotics and safety. The implementation in the ROS framework of the theoretical aspects presented in the course will be addressed, and practical activities on designing and controlling mobile robots (TurtleBot3) and mobile manipulators (PAL Tiago and RB-KAIROS) will be carried out exploiting both simulation tools and real robots. At the end of the course students know basic mobile robotic technologies and they master modeling and control aspects of mobile robots used in both smart industry and research settings.</p>						
6711 000 000 97467 - 0 - BIG DATA ANALYTICS FOR AUTOMOTIVE MANUFACTURING APPLICATIONS	ING-INF/01	IINF-01/A	6	60/0/0/0	No	Voto
<p>Ambito: 1008 - A scelta dello studente</p> <p>Obiettivi: At the end of Module 1, the student has a complete understanding of the basic algorithms used to process large amounts of data and extract useful information, as well as of the software frameworks used for data analytics. In Module 2, the student learns the structure and architecture of computing systems used for processing of data in both large-scale (high-performance and cloud) and small-scale (embedded) contexts, with particular emphasis on GPUs and their applications.</p> <p>Obiettivi inglese: At the end of Module 1, the student has a complete understanding of the basic algorithms used to process large amounts of data and extract useful information, as well as of the software frameworks used for data analytics. In Module 2, the student learns the structure and architecture of computing systems used for processing of data in both large-scale (high-performance and cloud) and small-scale (embedded) contexts, with particular emphasis on GPUs and their applications.</p>						
6711 000 000 99195 - 0 - CYBER-PHYSICAL SYSTEMS PROGRAMMING M	ING-INF/05	IINF-05/A	6	60/0/0/0	No	Voto
<p>Ambito: 1008 - A scelta dello studente</p> <p>Obiettivi: Il corso fornisce allo studente una conoscenza di base delle architetture software e gli ambienti di sviluppo, programmazione e progettazione di sistemi cyber-fisici, con particolare enfasi alla coesistenza di task di controllo, processing di data stream, e comunicazione IoT con requisiti di real-time e cybersecurity. Nel corso lo studente impara a utilizzare compilatori, librerie, runtime e middleware per piattaforme e architetture eterogenee, dotate di processori multicore, co-processor e acceleratori HW e SW per il processing di stream di dati da sensori e verso attuatori.</p> <p>Obiettivi inglese: The course provides the student with a basic knowledge of software architectures as well as the development, programming and design environments for cyber-physical systems, with particular emphasis on the coexistence of control tasks, data stream processing, and IoT communication with real-time and cybersecurity requirements. The student will learn to use compilers, libraries, runtimes and middleware for heterogeneous platforms and architectures, equipped with multicore processors, co-processors and HW and SW accelerators for the processing of data streams from sensors and towards actuators.</p>						
6711 000 000 91250 - 0 - DEEP LEARNING	ING-INF/05	IINF-05/A	6	48/0/0/0	No	Voto
<p>Ambito: 1008 - A scelta dello studente</p> <p>Obiettivi: At the end of the course, the student understands the foundational ideas, recent advances and application potential of deep neural systems. The student understands supervised and unsupervised techniques, basic neural topologies, methods for visualizing and understanding the behavior on neural nets, adversarial and generative techniques, reinforcement learning, and recurrent networks. The student is able to apply such technologies to solving classification problems in realistic domains.</p> <p>Obiettivi inglese: At the end of the course, the student understands the foundational ideas, recent advances and application potential of deep neural systems. The student understands supervised and unsupervised techniques, basic neural topologies, methods for visualizing and understanding the behavior on neural nets, adversarial and generative techniques, reinforcement learning, and recurrent networks. The student is able to apply such technologies to solving classification problems in realistic domains.</p>						

6711 000 000 35166 - 0 - DIAGNOSIS AND CONTROL M	ING-INF/04	IINF-04/A	6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione						B
<p>Obiettivi: L'insegnamento mira a fornire una sistematica visione delle principali metodologie e norme tecniche che devono essere utilizzate per affrontare in modo razionale e consistente le problematiche legate ai guasti e ai malfunzionamenti dei moderni sistemi ingegneristici, con crescente livello di automazione/autonomia. Gli argomenti del corso includono sia metodologie di diagnosi dei guasti, sia strumenti e norme legate alla functional safety e che regolano la progettazione di sistemi safety-critical. Al termine del corso, - lo studente conosce gli strumenti e le procedure fondamentali per affrontare la failure/hazard analysis, la occurrence/risk assessment e la occurrence/risk reduction; - lo studente conosce alcuni importanti strumenti e metodi per la progettazione di algoritmi di fault detection and isolation legati alla teoria dei sistemi e dei controlli automatici.</p> <p>Obiettivi inglese: The course aims to give a systematic overview of the primary methodologies and technical norms that have to be used to rationally overcome issues related to faults and malfunctioning, affecting modern engineering systems with increasing level of automation/autonomy. The course topics include fault diagnosis methodologies as well as functional safety tools and standards that regulate the design of safety-critical systems. At the end of the course, - students will know fundamental tools and procedures to deal with failure/hazard analysis, occurrence/risk assessment, and occurrence/risk reduction; - students will know some relevant tools and methods to design fault detection and isolation algorithms linked to system and control theory.</p>						
6711 000 000 92995 - 0 - DISTRIBUTED AUTONOMOUS SYSTEMS M	ING-INF/04	IINF-04/A	6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione						B
<p>Obiettivi: Il corso si concentra sulla progettazione di metodi e strumenti software per il controllo, l'ottimizzazione e l'apprendimento di sistemi autonomi. Questi sistemi sono costituiti da agenti cooperativi, come robot intelligenti, veicoli autonomi e sistemi di decisione che mirano a risolvere task complessi secondo un paradigma di calcolo federato e distribuito. Alla fine del corso lo studente saprà progettare una selezione di metodi di controllo, apprendimento e ottimizzazione distribuiti per risolvere task complessi per team di sistemi autonomi. Per creare un ponte tra teoria e applicazioni, attività di laboratorio permetteranno allo studente di progettare tool software per gli algoritmi studiati e di applicarli a vari domini applicativi, quali, ad esempio, (i) pianificazione, guida e controllo ottimo di veicoli autonomi cooperativi e robot intelligenti e (ii) machine learning e analisi di dati per sistemi di decisione.</p> <p>Obiettivi inglese: The course focuses on the design of control, optimization and learning methods and software tools for teams of autonomous systems. These systems consist of cooperative agents, as intelligent robots, autonomous vehicles and decision systems, that aim at performing complex tasks according to a federated and distributed computing paradigm. At the end of the course students will know how to design selected distributed control, optimization and learning algorithms to solve complex tasks involving teams of autonomous systems. To bridge the gap between theory and application, laboratory activities will allow students to design software tools for the studied algorithms and apply them to a number of application domains, including, e.g., (i) planning, guidance and optimal control of cooperative autonomous vehicles and intelligent robots, and (ii) machine learning and data analytics for decision systems.</p>						
6711 000 000 78453 - 0 - ELECTRIC POWER SYSTEMS AND SMART GRIDS M	ING-IND/33	IIND-08/B	6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 1008 - A scelta dello studente						D
<p>Obiettivi: Il corso fornisce i principali elementi per l'analisi del funzionamento in condizioni stazionarie e dinamiche dei moderni sistemi elettrici per l'energia. Al termine del corso, la studentessa/lo studente - conosce le caratteristiche tecniche delle reti trasmissione dell'energia elettrica, - è in grado di eseguire i calcoli della ripartizione dei flussi di potenza, di correnti di cortocircuito per guasti simmetrici e dissimmetrici, di verifica della stabilità angolare, di tensione e di frequenza; - è capace di analizzare i transitori elettromagnetici nelle linee.</p> <p>Obiettivi inglese: The course provides the basics for the analysis of modern power systems/smart grids in steady state and transient/dynamic conditions. At the end of the course, students - know the main technical aspects of electric power transmission networks; - can carry out power flows calculations, fault analysis, assessment of angular, voltage, and frequency stability; - can analyze the electromagnetic transients in the lines.</p>						
6711 000 000 B4935 - 0 - FLUID POWER ACTUATION M	ING-IND/09	IIND-06/B	6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 215 - Ingegneria meccanica						B
<p>Obiettivi: Al termine del corso, lo studente acquisisce competenze ingegneristiche sui sistemi di trasmissione della potenza meccanica a fluido. In particolare, lo studente: sviluppa solide basi teoriche e pratiche per identificare le principali forme costruttive e le grandezze caratteristiche delle macchine a fluido componenti tali sistemi di trasmissione; acquisisce conoscenze specifiche relative al funzionamento delle pompe volumetriche, agli attuatori e alle valvole, e sui circuiti idraulici ad essi associati; apprende le architetture base ed avanzate per gli azionamenti industriali e delle grandi macchine mobili, fino ad avere padronanza nella comprensione e nel tracciamento degli schemi operativi e di design di tali sistemi di potenza a fluido, secondo la simbologia unificata.</p> <p>Obiettivi inglese: At the end of the course, the student acquires an engineering knowledge of hydraulic drive systems, widely known as Fluid Power Systems. In particular, the student acquires: theoretical and practical expertise in mechanical actuation systems with fluid as an internal energy vector, to identify shapes and characteristics of the machines; knowledge of fluid machinery components and their operation, with a focus on displacement pumps, actuators, and valves, and also on the systems arrangement; knowledge of basic and advanced architectures for industrial and mobile applications, operating principles, standards, and key design parameters of fluid power systems.</p>						

6711 000 000 93322 - 0 - HARDWARE-SOFTWARE DESIGN OF IOT SYSTEMS M	ING-INF/01	IINF-01/A	6	60/0/0/0	No	Voto
<p>Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative C</p> <p>Obiettivi: The main goal of the class is to enable students to specify, configure, program and verify complex embedded electronic systems for the Internet of Things and for Artificial Intelligence. The importance of hardware-software interaction will be emphasized, as all practical IoT and AI systems are programmable. The class will provide working knowledge on state-of-the-art hardware platforms used in embedded AI and IoT applications - spanning a wide range of power and cost vs. performance tradeoffs. A detailed coverage will be given of software abstractions and methodologies for developing applications leveraging the capabilities of the above mentioned platforms. Design automation tools and flows will also be covered.</p> <p>Obiettivi inglese: The main goal of the class is to enable students to specify, configure, program and verify complex embedded electronic systems for the Internet of Things and for Artificial Intelligence. The importance of hardware-software interaction will be emphasized, as all practical IoT and AI systems are programmable. The class will provide working knowledge on state-of-the-art hardware platforms used in embedded AI and IoT applications - spanning a wide range of power and cost vs. performance tradeoffs. A detailed coverage will be given of software abstractions and methodologies for developing applications leveraging the capabilities of the above mentioned platforms. Design automation tools and flows will also be covered.</p>						
6711 000 000 69661 - 0 - IMAGE PROCESSING AND COMPUTER VISION M	ING-INF/05	IINF-05/A	6	60/0/0/0	No	Voto
<p>Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative C</p> <p>Obiettivi: The course aims to introduce basic knowledge about algorithms, tools and systems for the management, processing and analysis of digital images. The main topics of the course are filtering aspects of digital images, algorithms for image processing, algorithms for segmentation and classification of objects in digital images. Theoretical aspects that are introduced in the course are then applied to the design and manufacturing capabilities of simple systems oriented to real world applications. At the end of the course students are able to master basic digital image processing techniques and know potentials of this technology in applicative research and industrial contexts.</p> <p>Obiettivi inglese: The course aims to introduce basic knowledge about algorithms, tools and systems for the management, processing and analysis of digital images. The main topics of the course are filtering aspects of digital images, algorithms for image processing, algorithms for segmentation and classification of objects in digital images. Theoretical aspects that are introduced in the course are then applied to the design and manufacturing capabilities of simple systems oriented to real world applications. At the end of the course students are able to master basic digital image processing techniques and know potentials of this technology in applicative research and industrial contexts.</p>						
6711 000 000 B8397 - 0 - INTERNET OF THINGS M	ING-INF/03	IINF-03/A	6	60/0/0/0	No	Voto
<p>Ambito: B</p> <p>Obiettivi: This course introduces wireless communications for the Internet of Things (IoT). The course will describe the most used wireless technologies enabling the deployment of IoT networks. The theoretical part of the course will provide to students skills for designing an IoT network, accounting for connectivity, medium access control layer and routing issues, while considering the propagation environment where the network is located. Laboratory activities will allow students to use wireless devices to setup and run small IoT networks in a realistic environment and study their performance.</p> <p>Obiettivi inglese: This course introduces wireless communications for the Internet of Things (IoT). The course will describe the most used wireless technologies enabling the deployment of IoT networks. The theoretical part of the course will provide to students skills for designing an IoT network, accounting for connectivity, medium access control layer and routing issues, while considering the propagation environment where the network is located. Laboratory activities will allow students to use wireless devices to setup and run small IoT networks in a realistic environment and study their performance.</p>						
6711 000 000 69718 - 0 - LABORATORY ON INTERNATIONAL INDUSTRIAL RESEARCH M			6	0/0/60/0	No	Giudizio
<p>Ambito: F</p> <p>Obiettivi: Study and analysis of the tools/methods/concepts to be used for the development of the thesis work in an international context, considering the state-of-the art technologies and methodological approaches.</p> <p>Obiettivi inglese: Study and analysis of the tools/methods/concepts to be used for the development of the thesis work in an international context, considering the state-of-the art technologies and methodological approaches.</p>						

6711 000 000 B2125 - 0 - MACHINE LEARNING AND DATA MINING M	ING-INF/05	IINF-05/A	8	64/0/0/0	No	Voto
D						
<p>Ambito: 1008 - A scelta dello studente</p> <p>Obiettivi: Al termine del corso, lo studente conosce e comprende:</p> <ul style="list-style-type: none"> - i principi e i casi d'uso più rilevanti di un'ampia serie di algoritmi di Machine Learning utilizzati per estrarre informazioni rilevanti e utili da grandi quantità di dati; - le fasi principali di un processo di Data Mining, compresa la scelta dei metodi di Machine Learning più adatti al processo e la valutazione della qualità del processo al fine di supportare le decisioni strategiche e operative; - i concetti principali relativi alla gestione di grandi quantità di dati aziendali, tra cui Data Warehouse e Data Lake. Al termine del corso, lo studente è anche in grado di sviluppare un processo di data mining per semplici insiemi di dati. <p>Obiettivi inglese: At the end of the course, the student knows and understands:</p> <ul style="list-style-type: none"> -the principles and the most relevant use cases of a wide set of Machine Learning algorithms used to extract relevant and actionable information from large amounts of data; -the main steps of a Data Mining process, including choosing the Machine Learning methods best suited to the process and evaluating the quality of the result in order to support strategic and operational decisions; -the main concepts related to the management of big amounts of enterprise data, including Data Warehouse and Data Lake. At the end of the course, the student is also able to develop a data mining process for simple datasets. 						
6711 000 000 B2127 - 0 - MACHINE LEARNING AND DEEP LEARNING I.C.			12			Voto
B						
<p>Ambito:</p> <p>Obiettivi: Al termine del corso, lo studente conosce e comprende: - i principi e i più importanti casi d'uso degli algoritmi di Machine Learning utilizzati per estrarre informazioni interessanti da grandi quantità di dati; - le specificità dei processi di analisi e manipolazione di Big Data - i principali framework disponibili per Big Data. - In particolare, lo studente è in grado di: - progettare un processo di Data Mining nelle sue principali fasi - scegliere i metodi di Machine Learning più adeguati al processo - valutare la qualità del risultato per supportare decisioni strategiche e operative.</p> <p>Obiettivi inglese: At the end of the course the student knows and understands: - the motivation and the components of the Data Mining process; - the general concepts, technologies and methodologies of Data Warehouse, OLAP and Data Lake, as enabling factors of the Data Mining process; - the principles and the most relevant use cases of a wide set of Machine Learning algorithms which are used to extract relevant and actionable information from large amounts of data. At the end of the course the student is able to: - design the main steps of a Data Mining process - choose the Machine Learning methods best suited for the process - evaluate the quality of the result in order to support strategic and operational decisions.</p>						
Modulo integrato: 95631 - MACHINE LEARNING AND DATA MINING	ING-INF/05	IINF-05/A	6	48/0/0/0	No	
B						
<p>Ambito:</p> <p>Obiettivi: Al termine dell'attività formativa, lo studente comprende le idee fondamentali, gli sviluppi recenti e le applicazioni potenziali dei sistemi neurali (artificiali) profondi. Lo studente comprende tecniche supervisionate e non supervisionate, topologie neurali di base, metodi per visualizzare e capire il comportamento delle reti neurali, tecniche antagoniste e generative, apprendimento per rinforzo e reti ricorrenti. Lo studente è capace di applicare tali tecnologie a risolvere problemi di classificazione in domini realistici.</p> <p>Obiettivi inglese: At the end of the course, the student understands the foundational ideas, recent advances and application potential of deep neural systems. The student understands supervised and unsupervised techniques, basic neural topologies, methods for visualizing and understanding the behavior on neural nets, adversarial and generative techniques, reinforcement learning, and recurrent networks. The student is able to apply such technologies to solving classification problems in realistic domains.</p>						
Modulo integrato: 91250 - DEEP LEARNING	INF/01	INFO-01/A	6	48/0/0/0	No	
B						
<p>Ambito:</p> <p>Obiettivi: The aim of this course is to provide the student the ability of using both machine learning and mathematical optimization for advanced analytics. In particular, machine learning techniques are at the core of predictive analytics, where – based on historical data – one needs to predict the future outcome of a time series or classify unseen observations. Machine learning techniques build upon optimization techniques, and, in the case of neural networks, continuous optimization methods. Conversely, discrete optimization methods are at the core of prescriptive analytics, where one is required to make decisions optimizing a certain revenue / saving function by selecting within a discrete set. Discrete optimization methods are empowered by machine learning in estimating the parameters of the associated decision problems and, in some cases, benefit from machine learning to speed up the solution techniques.</p> <p>Obiettivi inglese: The aim of this course is to provide the student the ability of using both machine learning and mathematical optimization for advanced analytics. In particular, machine learning techniques are at the core of predictive analytics, where – based on historical data – one needs to predict the future outcome of a time series or classify unseen observations. Machine learning techniques build upon optimization techniques, and, in the case of neural networks, continuous optimization methods. Conversely, discrete optimization methods are at the core of prescriptive analytics, where one is required to make decisions optimizing a certain revenue / saving function by selecting within a discrete set. Discrete optimization methods are empowered by machine learning in estimating the parameters of the associated decision problems and, in some cases, benefit from machine learning to speed up the solution techniques.</p>						
6711 000 000 95601 - 0 - OPTIMIZATION AND MACHINE LEARNING M	MAT/09	MATH-06/A	6	60/0/0/0	No	Voto
C						
<p>Ambito: 1144 - Attività formative affini o integrative</p> <p>Obiettivi: The aim of this course is to provide the student the ability of using both machine learning and mathematical optimization for advanced analytics. In particular, machine learning techniques are at the core of predictive analytics, where – based on historical data – one needs to predict the future outcome of a time series or classify unseen observations. Machine learning techniques build upon optimization techniques, and, in the case of neural networks, continuous optimization methods. Conversely, discrete optimization methods are at the core of prescriptive analytics, where one is required to make decisions optimizing a certain revenue / saving function by selecting within a discrete set. Discrete optimization methods are empowered by machine learning in estimating the parameters of the associated decision problems and, in some cases, benefit from machine learning to speed up the solution techniques.</p> <p>Obiettivi inglese: The aim of this course is to provide the student the ability of using both machine learning and mathematical optimization for advanced analytics. In particular, machine learning techniques are at the core of predictive analytics, where – based on historical data – one needs to predict the future outcome of a time series or classify unseen observations. Machine learning techniques build upon optimization techniques, and, in the case of neural networks, continuous optimization methods. Conversely, discrete optimization methods are at the core of prescriptive analytics, where one is required to make decisions optimizing a certain revenue / saving function by selecting within a discrete set. Discrete optimization methods are empowered by machine learning in estimating the parameters of the associated decision problems and, in some cases, benefit from machine learning to speed up the solution techniques.</p>						

6711 000 000 69441 - 0 - OPTIMIZATION MODELS AND ALGORITHMS M	MAT/09	MATH-06/A	6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative						C
Obiettivi: Al termine del corso, lo studente è in grado di formulare problemi di ottimizzazione tramite modelli di Programmazione Lineare e Lineare Intera, ha conoscenze sulla modellazione di problemi su grafo, sa risolvere problemi di ottimizzazione applicando algoritmi esatti, e conosce la teoria matematica su cui si fondano questi metodi.						
Obiettivi inglese: At the end of the course, the student is able to formulate optimization problems as Linear and Integer Linear Programming models, has notions about problems modelled on graphs, knows how to solve optimization problems by applying exact algorithms, and owns the mathematical theory on which these methods are based.						
6711 000 000 73924 - 0 - POWER ELECTRONIC CIRCUITS M	ING-IND/31	IJET-01/A	6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 1008 - A scelta dello studente						C
Obiettivi: L'obiettivo del corso è fornire supplementi di circuiti elettrici lineari e non lineari con particolare attenzione ai circuiti elettronici di potenza. I principali argomenti affrontati nel corso riguardano la distorsione armonica di corrente e tensione, le potenze in regime stazionario non sinusoidale, diodi di potenza e SCR, raddrizzatori monofase e trifase, interruttori elettronici di potenza, componenti emergenti, le basi sulle tecniche di modulazione (PWM), inverter monofase e trifase e altri tipi di convertitori. Alla fine del corso gli studenti padroneggiano le tecnologie dell'elettronica di potenza con una particolare attenzione al campo dell'automazione. Il corso fornisce le basi di elettronica di potenza strumentali al corso "Azionamenti elettrici per l'automazione M".						
Obiettivi inglese: The goal of the course is to provide supplements of linear and non-linear electric circuits with special emphasis towards power electronic circuits. The main topics addressed in the course regards current and voltage harmonic distortion and powers in non-sinusoidal steady-state, Power diodes and SCRs, single phase and three phases rectifiers, Power electronic switches, emerging component, basics of pulse width modulation (PWM), single-phase and three-phase inverters and others. At the end of the course students master power electronics technologies with a special emphasis towards the automation field. The course provides basic in power electronics that are instrumental to the course "Electric Drives for Automation M".						
6711 000 000 78874 - 0 - PRINCIPI E METODI DELLA PROGETTAZIONE DI MACCHINE AUTOMATICHE M	ING-IND/14	IIND-03/A	6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 1008 - A scelta dello studente						D
Obiettivi: Il corso fornisce indicazioni metodologiche in merito allo sviluppo progettuale di sistemi integrati, in cui nuovi livelli di funzionalità sono ottenuti attraverso la sinergia di risorse tecnologiche complementari, quali la meccanica, lelettrotecnica, lelettronica e linformatica. Particolare attenzione viene dedicata agli aspetti di pianificazione del progetto ed alla organizzazione delliter progettuale. Il progetto di macchine automatiche è particolarmente enfatizzato nel progetto. Il corso prevede una didattica di tipo teaching by doing basata sullo sviluppo di esercitazioni di progetto.						
Alla fine del corso lo studente ha una conoscenza approfondita di principi di progettazione integrata di macchine automatiche.						

Anno Accademico 2026/2027
Classe LM-25-INGEGNERIA DELL'AUTOMAZIONE
Corso 6711-AUTOMATION ENGINEERING

Curriculum: AUTONOMOUS SYSTEMS AND INTELLIGENT ROBOTS (C72)

Primo Anno di Corso

Gruppo: 1) Attività formative obbligatorie

TAF: Ambito:

Cfu min: Cfu max:

Note:

Attività formativa	TIP	SSD	SSD 2024	TAF	CFU	ORE F/E/L/N	FREQ.	VER.
6711 000 000 92992 - 0 - INDUSTRIAL ROBOTICS M		ING-INF/04	IINF-04/A		6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione Obiettivi: Il corso fornisce competenze avanzate nel campo della robotica industriale. Oltre a una sintesi dei principali concetti di cinematica e dinamica e dei principali algoritmi di controllo, gli argomenti affrontati durante il corso sono: tecniche di controllo avanzato per il controllo del moto e dell'interazione per manipolatori industriali (controllo robusto, controllo adattivo, controllo ad apprendimento, controllo di forza), pianificazione della traiettoria per robot e macchine automatiche, modellistica e controllo di robot mobili. Gli studenti apprenderanno nel dettaglio tecniche di modellistica, schemi di controllo avanzati, metodo di pianificazione della traiettoria non solo per i robot, ma più in generale per macchine automatiche con multi-gradi di libertà. Obiettivi inglese: The course provides advanced competencies in the field of industrial robotics. Besides a summary of the main concepts of kinematics and dynamics and of the basic control schemes, the main topics addressed in the course are advanced control schemes for position and force control of industrial manipulators (robust control, adaptive control, learning control, stiffness, impedance, hybrid position/force), trajectory planning for robots and automated machines. Students will learn in details modelling techniques, advanced control schemes, trajectory planning method not only for robots, but more in general for multi-degrees of freedom automatic machines.				B				
6711 000 000 92991 - 0 - LEARNING AND ESTIMATION OF DYNAMICAL SYSTEMS M		ING-INF/04	IINF-04/A		6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione Obiettivi: Obiettivo del corso è la conoscenza dei principali metodi basati sui dati (data-driven) per la determinazione di modelli matematici di sistemi dinamici. I modelli ottenuti trovano impiego in moltissime applicazioni, ingegneristiche e non. Il corso tratta tecniche di identificazione ed apprendimento automatico quali regressione lineare, regressione logistica, metodo dell'errore di predizione, metodo della variabile strumentale, stima a massima verosimiglianza, support vector machine. Viene anche presentata la teoria del filtraggio alla Kalman come strumento per la stima dello stato di sistemi dinamici. Al termine del corso gli studenti sono in grado di applicare i principali algoritmi di identificazione ed apprendimento automatico alla soluzione di problemi applicativi e di valutare la bontà dei modelli ottenuti tramite tali algoritmi. Obiettivi inglese: The course will provide students with the main data-driven approaches for learning mathematical models of dynamic systems. The learned models can then be used for automation, control and systems engineering applications. The course covers system identification and machine learning techniques like linear regression, logistic regression, prediction error method, instrumental variable, maximum likelihood, support vector machine. The basics of estimation theory are also covered and the Kalman filter is presented as a tool for estimating the state of a dynamic system from input-output data. At the end of the course students are able to apply the main system identification and machine learning algorithms to solve application problems and to evaluate the quality of the learned models.				B				

6711 000 000 B5687 - 0 - PROJECT MANAGEMENT AND ENTREPRENEURSHIP M	ING-IND/35	IEGE-01/A	12	120/0/0/0	No	Voto
Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative						C
Obiettivi: Il corso si concentra sullo sviluppo di competenze gestionali e imprenditoriali in una varietà di contesti tecnologici. In particolare, nel modulo Laboratorio di Business Plan, si affrontano i fondamenti dello sviluppo di un business plan efficace, concentrandosi sui principi di base delle vendite e del marketing, dello sviluppo prodotto e di servizio e della finanza imprenditoriale. Il modulo presuppone una certa conoscenza pregressa della materia e fornirà agli studenti molte delle conoscenze necessarie per lanciare e gestire una nuova impresa ad alto potenziale. Nel modulo di gestione dei progetti, il corso fornisce un quadro di riferimento per la comprensione e l'analisi delle tecniche di gestione dei progetti. Nello specifico, si concentra sull'avvio, la pianificazione e l'esecuzione dei progetti. La maggior parte degli argomenti presentati durante il corso saranno analizzati utilizzando casi di studio, problemi ed esercizi. Infine, nella scuola estiva EIT Digital, il corso consente agli studenti di approfondire le tendenze emergenti delle tecnologie digitali. Le attività sono incentrate sulle principali sfide sociali e industriali dell'economia digitale globale, come Città digitali, Finanza digitale, Industria digitale, Tecnologia digitale e Benessere digitale.						
Obiettivi inglese: The course focuses on the development of entrepreneurial behaviours in a variety of settings. In particular, it presents the fundamentals of developing an effective business plan, teaching the basic principles of developing plans for the sales, marketing, product or service operations, financials and management of a new venture. It assumes some prior knowledge of the subject area and will equip students with much of the knowledge required to launch and manage a high potential new venture. The course allows students to deepdive in emerging digital technologies and learn how to turn technology into business. The activities are themed around major societal and industrial challenges in the global digital economy: Digital Cities, Digital Finance, Digital Industry, Digital Tech and Digital Wellbeing. Participants learn, e.g., how to develop different business models and are challenged by delivering their ideas.						
6711 000 000 B8599 - 0 - RESOURCES AND PRODUCTION OPTIMIZATION M I.C.			12			Voto
Modulo integrato: B2666 - PRODUCTION MANAGEMENT AND OPTIMIZATION M	ING-IND/17	IIND-05/A	6	60/0/0/0	No	
Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative						C
Obiettivi: Students learn the general criteria and methods aimed at managing and optimizing production systems and operations, and improve their skills in developing decision-support systems (DSS) and tools for Industrial and manufacturing environments.						
Obiettivi inglese: Students learn the general criteria and methods aimed at managing and optimizing production systems and operations, and improve their skills in developing decision-support systems (DSS) and tools for Industrial and manufacturing environments.						
Modulo integrato: B8600 - STATISTICAL METHODS AND OPTIMIZATION M	MAT/07	MATH-04/A	6	60/0/0/0	No	
Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative						C
Obiettivi: Al termine del corso lo studente ha le seguenti competenze. Ha familiarità con il framework della moderna teoria della probabilità; conosce tutti i concetti generali e in particolare ha conoscenze specifiche sulle applicazioni della teoria della probabilità nell'ambito dell'ingegneria dell'automazione: conosce i fondamenti della teoria dell'affidabilità e le distribuzioni probabilistiche di maggiore rilievo in questo ambito. Ha familiarità con i fondamenti della teoria dei processi stocastici sia discreti che continui. Ha familiarità con concetti di base di ottimizzazione non vincolata e vincolata: conosce le principali definizioni, condizioni di ottimalità e algoritmi di base. Ha competenze per poter sviluppare ulteriormente le sue conoscenze nell'area dei sistemi di decisione, pianificazione e controllo in base alle necessità future.						
Obiettivi inglese: At the end of the course students have the following skills. They are familiar with the framework of the modern theory of probability; they know the foundations and, in particular, they have specific knowledge about the applications of the probability theory to automation engineering: they know all the basics of reliability theory and the most important probabilistic distributions relevant in this field. They are familiar with the fundamentals of stochastic processes, both discrete and continuous. They are familiar with basics of unconstrained and constrained optimization theory: they know the main definitions, the optimality conditions and basic algorithms. They have expertise to further develop their knowledge in the area of decision, planning and control according to future needs.						
6711 000 000 92990 - 0 - SYSTEM THEORY AND ADVANCED CONTROL M	ING-INF/04	IINF-04/A	9	90/0/0/0	No	Voto
Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione						B
Obiettivi: The course will provide students with the fundamental tools for the analysis and control of multivariable dynamic systems and their structural properties. Basic tools of system theory will be introduced, such as possible representation of dynamic linear systems, structural properties (stability, observability, controllability), special normal forms, Kalman decomposition, and others. The course will also address some aspects of modern multivariable control schemes starting from optimal control (in the deterministic setting), adaptive and robust control, also presenting basic aspects of nonlinear control systems.						
At the end of the course students master all the basic principles of system theory by studying in a systematic way properties of multivariable dynamic systems, and have a good knowledge of modern control tools for multivariable systems.						
Obiettivi inglese: The course will provide students with the fundamental tools for the analysis and control of multivariable dynamic systems and their structural properties. Basic tools of system theory will be introduced, such as possible representation of dynamic linear systems, structural properties (stability, observability, controllability), special normal forms, Kalman decomposition, and others. The course will also address some aspects of modern multivariable control schemes starting from optimal control (in the deterministic setting), adaptive and robust control, also presenting basic aspects of nonlinear control systems.						
At the end of the course students master all the basic principles of system theory by studying in a systematic way properties of multivariable dynamic systems, and have a good knowledge of modern control tools for multivariable systems.						

Gruppo: 2) Attività formative a scelta (Primo gruppo)**TAF: B Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione****Cfu min: 9 Cfu max: 9**

Note: Scegli 9 crediti tra le seguenti attività formative:

Attività formativa	TIP	SSD	SSD 2024	TAF	CFU	ORE F/E/L/N	FREQ.	VER.
6711 000 000 84229 - 0 - MECHANICS OF MACHINES FOR AUTOMATION M		ING-IND/13	IIND-02/A	B	9	90/0/0/0	No	Voto
<p>Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione</p> <p>Obiettivi: Il corso si propone di rafforzare le conoscenze sulla modellazione di meccanismi per macchine automatiche. Gli argomenti trattati includono: la cinematica e la dinamica di sistemi multi-corpo dotati di moto spaziale e con molteplici gradi di libertà; dinamica dei sistemi motore-trasmissione-carico; vibrazioni meccaniche dei sistemi molla-massa-smorzatore a molteplice grado di libertà. Al termine del corso lo studente possiede nozioni e metodologie avanzate per l'analisi e la progettazione di macchine automatiche.</p> <p>Obiettivi inglese: The course aims at strengthening the knowledge on the modelling of mechanisms for automatic machines. Topics that are covered include: kinematics and dynamics of multibody systems with spatial motion and multiple degrees of freedom; dynamics of motor-transmission-load systems; mechanical vibrations of spring-mass-damper systems with multiple degrees of freedom. At the end of the course, the student possesses advanced notions and methodologies for the analysis and design of automatic machines.</p>								
6711 000 000 92993 - 0 - MODELING AND SIMULATION OF MECHATRONIC SYSTEMS M		ING-INF/04	IINF-04/A	B	9	90/0/0/0	No	Voto
<p>Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione</p> <p>Obiettivi: Al termine del corso lo studente conosce i principi e le metodologie principali per la progettazione integrata di un sistema meccatronico, partendo dalla modellazione matematica e simulazione numerica, per giungere fino all'implementazione della legge di controllo, che può essere validata sul modello simulato. Questi principi generali sono esaminati in dettaglio e con un taglio orientato alla progettazione del sistema di controllo, anche attraverso una serie di attività progettuali che gli studenti dovranno portare a termine sotto la supervisione del docente.</p> <p>Obiettivi inglese: The course aims to present the basic principles and the main methodologies for the integrated design of a mechatronic system. The starting point is mathematical modelling and numerical simulation, to arrive at the implementation of the control law that could be validated on the simulative model of the plant. Such general principles are explained in detail and with a focus on the development of the regulator, also with the help of project-based activities that the students have to complete under the supervision of the teacher.</p>								

Gruppo: 4 Attività formative a scelta (Terzo gruppo)**TAF: C Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative****Cfu min: 6 Cfu max: 6**

Note: Scegli 6 crediti tra le seguenti attività formative:

Attività formativa	TIP	SSD	SSD 2024	TAF	CFU	ORE F/E/L/N	FREQ.	VER.
6711 000 000 69661 - 0 - IMAGE PROCESSING AND COMPUTER VISION M		ING-INF/05	IINF-05/A	C	6	60/0/0/0	No	Voto
<p>Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative</p> <p>Obiettivi: The course aims to introduce basic knowledge about algorithms, tools and systems for the management, processing and analysis of digital images. The main topics of the course are filtering aspects of digital images, algorithms for image processing, algorithms for segmentation and classification of objects in digital images. Theoretical aspects that are introduced in the course are then applied to the design and manufacturing capabilities of simple systems oriented to real world applications. At the end of the course students are able to master basic digital image processing techniques and know potentials of this technology in applicative research and industrial contexts.</p> <p>Obiettivi inglese: The course aims to introduce basic knowledge about algorithms, tools and systems for the management, processing and analysis of digital images. The main topics of the course are filtering aspects of digital images, algorithms for image processing, algorithms for segmentation and classification of objects in digital images. Theoretical aspects that are introduced in the course are then applied to the design and manufacturing capabilities of simple systems oriented to real world applications. At the end of the course students are able to master basic digital image processing techniques and know potentials of this technology in applicative research and industrial contexts.</p>								

6711 000 000 B5813 - 0 - OPERATING SYSTEMS AND PROGRAMMING FOR AUTOMATION M	ING-INF/05	IINF-05/A	6	120/0/0/0	No	Voto
Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative						C
Obiettivi: Alla fine del corso lo studente:						
- conosce le basi di Python e programmazione a oggetti;						
- ha familiarità con i concetti fondamentali relativi all'organizzazione e al funzionamento dei moderni sistemi operativi.						
Obiettivi inglese: At the end of the course, the student:						
- knows the basics of Python and object oriented programming;						
- is familiar with the fundamental concepts underlying modern operating system organization and functioning.						

6711 000 000 95601 - 0 - OPTIMIZATION AND MACHINE LEARNING M	MAT/09	MATH-06/A	6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative						C
Obiettivi: The aim of this course is to provide the student the ability of using both machine learning and mathematical optimization for advanced analytics. In particular, machine learning techniques are at the core of predictive analytics, where – based on historical data – one needs to predict the future outcome of a time series or classify unseen observations. Machine learning techniques build upon optimization techniques, and, in the case of neural networks, continuous optimization methods. Conversely, discrete optimization methods are at the core of prescriptive analytics, where one is required to make decisions optimizing a certain revenue / saving function by selecting within a discrete set. Discrete optimization methods are empowered by machine learning in estimating the parameters of the associated decision problems and, in some cases, benefit from machine learning to speed up the solution techniques.						
Obiettivi inglese: The aim of this course is to provide the student the ability of using both machine learning and mathematical optimization for advanced analytics. In particular, machine learning techniques are at the core of predictive analytics, where – based on historical data – one needs to predict the future outcome of a time series or classify unseen observations. Machine learning techniques build upon optimization techniques, and, in the case of neural networks, continuous optimization methods. Conversely, discrete optimization methods are at the core of prescriptive analytics, where one is required to make decisions optimizing a certain revenue / saving function by selecting within a discrete set. Discrete optimization methods are empowered by machine learning in estimating the parameters of the associated decision problems and, in some cases, benefit from machine learning to speed up the solution techniques.						

Secondo Anno di Corso

Gruppo: 1) Attività formative obbligatorie

TAF: **Ambito:**

Cfu min: **Cfu max:**

Note:

Attività formativa	TIP	SSD	SSD 2024	TAF	CFU	ORE F/E/L/N	FREQ.	VER.
6711 000 000 90236 - 0 - INTERNSHIP					6	0/0/150/0	No	Giudizio
Ambito: 1147 - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro								F
Obiettivi: Promoting students' knowledge of the work field through thesis preparation, based on a internship project agreed with the supervisor.								
Obiettivi inglese: Promoting students' knowledge of the work field through thesis preparation, based on a internship project agreed with the supervisor.								
6711 000 000 B5679 - 0 - OPTIMAL CONTROL AND REINFORCEMENT LEARNING M	ING-INF/04	IINF-04/A			6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione								B
Obiettivi: Il corso si concentra su metodi teorici e numerici per la progettazione di traiettorie e leggi di controllo di sistemi dinamici per ottimizzare un indice di prestazione e soddisfare dei vincoli. I metodi presentati coinvolgono le aree del controllo ottimo, "reinforcement learning" e controllo predittivo con una forte enfasi su ottimizzazione numerica. Al termine del corso lo studente sarà in grado di: (i) impostare problemi di controllo ottimo e "reinforcement learning" e caratterizzarne le condizioni di ottimalità, (ii) sviluppare metodi numerici di ottimizzazione di controllo ottimo e "reinforcement learning" per calcolare traiettorie e leggi di controllo ottime e ammissibili, e (iii) progettare schemi di controllo predittivo basati su ottimizzazione per la regolazione di sistemi autonomi. Per creare un ponte tra teoria e applicazioni, lo studente applicherà le tecniche proposte all'ottimizzazione di traiettorie e alla regolazione di manovra di sistemi autonomi in diversi domini applicativi quali veicoli autonomi, robot intelligenti (e.g., robot aerei) e altri sistemi meccatronici.								
Obiettivi inglese: The course focuses on theoretical and numerical methods for the design of trajectories and feedback policies of dynamical systems to optimize a performance index and satisfy given constraints. The presented methods involve the areas of optimal control, reinforcement learning and model predictive control with a strong focus on numerical optimization. At the end of the course students will know how to (i) model								

optimal control and reinforcement learning problems and characterize optimality conditions, (ii) develop numerical optimization methods from optimal control and reinforcement learning to compute optimal, feasible trajectories and policies, and (iii) design optimization-based predictive control schemes for maneuvering of autonomous systems. To bridge the gap between theory and application, students will apply the studied techniques to trajectory optimization and maneuvering of autonomous systems in a number of application domains including autonomous vehicles, intelligent robots(e.g., aerial robots) and other mechatronic systems.

Gruppo: 2) Prova finale**TAF: Ambito:****Cfu min: 24 Cfu max: 24**

Note:

Attività formativa	TIP	SSD	SSD 2024	TAF	CFU	ORE F/E/L/N	FREQ.	VER.
2.1) Gruppo A					0-24			
6711 000 000 86300 - 0 - FINAL EXAMINATION					24	0/0/0/0	No	
Ambito: 1018 - Per la prova finale				E				
Obiettivi: Preparation for the final examination according to the provisions of the Teaching Regulation of the Program.								
Obiettivi inglese: Preparation for the final examination according to the provisions of the Teaching Regulation of the Program.								
2.2) Gruppo B					0-24			
6711 000 000 86301 - 0 - FINAL EXAMINATION					3	0/0/0/0	No	
Ambito: 1018 - Per la prova finale				E				
Obiettivi: Preparation for the final examination according to the provisions of the Teaching Regulation of the Program.								
Obiettivi inglese: Preparation for the final examination according to the provisions of the Teaching Regulation of the Program.								
6711 000 000 90054 - 0 - INTERNSHIP ABROAD FOR PREPARATION OF THE FINAL EXAMINATION					21	0/0/525/0	No	Giudizio
Ambito: 1018 - Per la prova finale				E				
Obiettivi: Promoting students' knowledge of the work field through thesis preparation abroad, based on a internship project agreed with the supervisor.								
Obiettivi inglese: Promoting students' knowledge of the work field through thesis preparation abroad, based on a internship project agreed with the supervisor.								
6711 000 000 90377 - 0 - INTERNSHIP FOR PREPARATION FOR THE FINAL EXAMINATION					21	0/0/525/0	No	Giudizio
Ambito: 1018 - Per la prova finale				E				
Obiettivi: Promoting students' knowledge of the work field through thesis preparation, based on a internship project agreed with the supervisor.								
Obiettivi inglese: Promoting students' knowledge of the work field through thesis preparation, based on a internship project agreed with the supervisor.								

6711 000 000 90053 - 0 - PREPARATION FOR THE FINAL EXAMINATION ABROAD

21

0/0/525/0

No

Giudizio

Ambito: 1018 - Per la prova finale

E

Obiettivi: With the preparation for the final examination abroad, the students get a direct knowledge of the possible professional developments linked to the specific work and research field in line with master's programme.

Obiettivi inglese: With the preparation for the final examination abroad, the students get a direct knowledge of the possible professional developments linked to the specific work and research field in line with master's programme.

Gruppo: 3) Attività formative a scelta**TAF: B Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione****Cfu min: 12 Cfu max: 12**

Note: Scegli 12 crediti tra le seguenti attività formative:

Attività formativa	TIP	SSD	SSD 2024	TAF	CFU	ORE F/E/L/N	FREQ.	VER.
6711 000 000 87269 - 0 - AUTOMATION SOFTWARE AND DESIGN PATTERNS M		ING-INF/04	IINF-04/A		6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione				B				
Obiettivi: Il corso si propone di fornire una visione razionale delle principali problematiche, metodi, schemi di progettazione e ambienti di sviluppo per l'implementazione dei moderni sistemi di automazione per l'industria intelligente. Il corso si concentrerà sulla generazione model-based di macchine a stati finiti, livelli di astrazione basati su Input e Output Bridges, Generic Devices e Generic Axes e sistemi di diagnostica e gestione dei guasti. Al termine del corso gli studenti sono in grado di padroneggiare aspetti progettuali di architetture software avanzate per macchine automatiche complesse e l'industria intelligente, definendo modelli e soluzioni flessibili per i problemi più comuni, indipendentemente dall'architettura della macchina e dell'hardware di controllo. Il corso mira a rispondere alle esigenze delle industrie dell'automazione in generale, con particolare attenzione alle aziende leader a livello mondiale nell'automazione dell'area Bolognese.								
Obiettivi inglese: The course aims to provide a rational view of the main principles, methodological issues, design patterns and integrated development environments involved in the implementation of modern automation systems for Smart Industry. The course will focus on model driven generation of Finite State Machines, connection layers based on Input and Output Bridges, Generic Devices and Generic Axes, diagnosis tools and fault management systems. At the end of the course students are able to master design aspects of advanced automation software architectures for complex automated machines and smart industry, defining models and flexible solutions for common problems independently from the machine and hardware architecture. The course aims to answer the needs of automation industries in general, with particular attention to world-wide leader automation companies in the Bologna area.								
6711 000 000 92996 - 0 - AUTONOMOUS AND MOBILE ROBOTICS M		ING-INF/04	IINF-04/A		6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione				B				
Obiettivi: Il corso introduce al mondo dei robot mobili autonomi e ai manipolatori mobili, concentrandosi principalmente sui robot terrestri e robot mobili per l'industria intelligente ma con menzione ai robot aerei e subacquei. Nel corso si sviluppa la modellazione dei robot mobili e i relativi aspetti di controllo, nonché la pianificazione delle attività e della traiettoria per questi robot. Il problema della percezione e del sensing di ambienti sconosciuti verrà affrontato sia dal punto di vista tecnologico che metodologico, con l'obiettivo di fornire autonomia al sistema, e verranno introdotti i principali algoritmi per la soluzione dei problemi di navigazione e localizzazione. Verranno considerati gli aspetti di controllo per robot ridondanti, con focus sulla molteplicità di compiti con diversa priorità e le relative strategie di controllo, come il controllo gerarchico. Gli aspetti relativi alla condivisione dello spazio di lavoro con altri robot e esseri umani verranno studiati introducendo concetti base di robotica collaborativa e sicurezza. Sarà affrontata l'implementazione in ambito ROS degli aspetti teorici presentati nel corso, e saranno svolte attività pratiche di progettazione e controllo di robot mobili (TurtleBot3) e manipolatori mobili (PAL Tiago e RB-KAIROS) sfruttando sia strumenti di simulazione che veri robot. Alla fine del corso gli studenti conoscono le tecnologie di robotica mobile di base e padroneggiano gli aspetti di modellazione e controllo dei robot mobili utilizzati sia nell'industria intelligente che in contesti di ricerca.								
Obiettivi inglese: The course introduces the field of autonomous mobile robots and manipulators, focusing mainly on terrestrial and smart industrial applications but with mention to aerial and underwater robots. The course will focus on mobile robots modelling and control aspects, as well as the task and trajectory planning for these robots. The problem of perception and sensing of unknown environments will be addressed from both the technological and methodological point of view, aiming at the autonomy of the system, and the main algorithms for the solution of the navigation and localization problems will be introduced. The control aspects for redundant robot will be considered, with focus on multiplicity of tasks with different priority and the related control strategies, such as hierarchical control. The aspects related to workspace sharing with other robots and humans will be investigated by introducing basic concepts of collaborative robotics and safety. The implementation in the ROS framework of the theoretical aspects presented in the course will be addressed, and practical activities on designing and controlling mobile robots (TurtleBot3) and mobile manipulators (PAL Tiago and RB-KAIROS) will be carried out exploiting both simulation tools and real robots. At the end of the course students know basic mobile robotic technologies and they master modeling and control aspects of mobile robots used in both smart industry and research settings.								

6711 000 000 35166 - 0 - DIAGNOSIS AND CONTROL M	ING-INF/04	IINF-04/A	B	6	60/0/0/0	No	Voto
<p>Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione</p> <p>Obiettivi: L'insegnamento mira a fornire una sistematica visione delle principali metodologie e norme tecniche che devono essere utilizzate per affrontare in modo razionale e consistente le problematiche legate ai guasti e ai malfunzionamenti dei moderni sistemi ingegneristici, con crescente livello di automazione/autonomia. Gli argomenti del corso includono sia metodologie di diagnosi dei guasti, sia strumenti e norme legate alla functional safety e che regolano la progettazione di sistemi safety-critical. Al termine del corso, - lo studente conosce gli strumenti e le procedure fondamentali per affrontare la failure/hazard analysis, la occurrence/risk assessment e la occurrence/risk reduction; - lo studente conosce alcuni importanti strumenti e metodi per la progettazione di algoritmi di fault detection and isolation legati alla teoria dei sistemi e dei controlli automatici.</p> <p>Obiettivi inglese: The course aims to give a systematic overview of the primary methodologies and technical norms that have to be used to rationally overcome issues related to faults and malfunctioning, affecting modern engineering systems with increasing level of automation/autonomy. The course topics include fault diagnosis methodologies as well as functional safety tools and standards that regulate the design of safety-critical systems. At the end of the course, - students will know fundamental tools and procedures to deal with failure/hazard analysis, occurrence/risk assessment, and occurrence/risk reduction; - students will know some relevant tools and methods to design fault detection and isolation algorithms linked to system and control theory.</p>							

6711 000 000 92995 - 0 - DISTRIBUTED AUTONOMOUS SYSTEMS M	ING-INF/04	IINF-04/A	B	6	60/0/0/0	No	Voto
<p>Ambito: 208 - Ingegneria dell'automazione</p> <p>Obiettivi: Il corso si concentra sulla progettazione di metodi e strumenti software per il controllo, l'ottimizzazione e l'apprendimento di sistemi autonomi. Questi sistemi sono costituiti da agenti cooperativi, come robot intelligenti, veicoli autonomi e sistemi di decisione che mirano a risolvere task complessi secondo un paradigma di calcolo federato e distribuito. Alla fine del corso lo studente saprà progettare una selezione di metodi di controllo, apprendimento e ottimizzazione distribuiti per risolvere task complessi per team di sistemi autonomi. Per creare un ponte tra teoria e applicazioni, attività di laboratorio permetteranno allo studente di progettare tool software per gli algoritmi studiati e di applicarli a vari domini applicativi, quali, ad esempio, (i) pianificazione, guida e controllo ottimo di veicoli autonomi cooperativi e robot intelligenti e (ii) machine learning e analisi di dati per sistemi di decisione.</p> <p>Obiettivi inglese: The course focuses on the design of control, optimization and learning methods and software tools for teams of autonomous systems. These systems consist of cooperative agents, as intelligent robots, autonomous vehicles and decision systems, that aim at performing complex tasks according to a federated and distributed computing paradigm. At the end of the course students will know how to design selected distributed control, optimization and learning algorithms to solve complex tasks involving teams of autonomous systems. To bridge the gap between theory and application, laboratory activities will allow students to design software tools for the studied algorithms and apply them to a number of application domains, including, e.g., (i) planning, guidance and optimal control of cooperative autonomous vehicles and intelligent robots, and (ii) machine learning and data analytics for decision systems.</p>							

Gruppo: 4) Attività formative a scelta libera consigliate (Primo gruppo)

TAF: D Ambito: 1008 - A scelta dello studente

Cfu min: 6 Cfu max: 6

Note: Scegli 6 crediti tra le seguenti attività formative:

Attività formativa	TIP	SSD	SSD 2024	TAF	CFU	ORE F/E/L/N	FREQ. VER.
6711 000 000 96179 - 0 - SUSTAINABILITY TRANSITION MANAGEMENT M	ING-IND/35	IEGE-01/A		D	6	60/0/0/0	No Voto
<p>Ambito: 1008 - A scelta dello studente</p> <p>Obiettivi: Comprendere il funzionamento delle imprese a fronte delle sfide e delle opportunità fornite dalla transizione verso la sostenibilità. In particolare, il corso analizzerà la relazione tra sostenibilità e innovazione, come mezzo per tradurre gli obiettivi di sostenibilità in risultati d'impresa. Verrà inoltre affrontato il tema della misurazione della sostenibilità all'interno delle imprese e degli ecosistemi industriali in termini di mappatura degli stakeholder e sviluppo di indicatori.</p>							
6711 000 000 73412 - 0 - TECHNOLOGY ENTREPRENEURSHIP M	ING-IND/35	IEGE-01/A		D	6	60/0/0/0	No Voto
<p>Ambito: 1008 - A scelta dello studente</p> <p>Obiettivi: L'obiettivo del corso è fornire ai partecipanti in primo luogo le capacità di identificare, valutare le opportunità tecnologiche con potenzialità di sfruttamento commerciale. Successivamente il corso si propone di fornire le competenze per poter organizzare le azioni imprenditoriali e implementarle con successo o sotto forma di creazione di nuova impresa, o sotto forma di generazione di nuovi business all'interno di imprese esistenti. Agli studenti saranno presentati modelli teorici di riferimento e tool pratici per poter capire e implementare azioni imprenditoriali di successo.</p>							

Gruppo: 5) Attività formative a scelta libera consigliate (Secondo gruppo)**TAF: D Ambito: 1008 - A scelta dello studente****Cfu min: 6 Cfu max: 6**

Note: Scegli 6 crediti tra le seguenti attività formative:

Attività formativa	TIP	SSD	SSD 2024	TAF	CFU	ORE F/E/L/N	FREQ.	VER.
6711 000 000 97467 - 0 - BIG DATA ANALYTICS FOR AUTOMOTIVE MANUFACTURING APPLICATIONS		ING-INF/01	IINF-01/A		6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 1008 - A scelta dello studente				D				
Obiettivi: At the end of Module 1, the student has a complete understanding of the basic algorithms used to process large amounts of data and extract useful information, as well as of the software frameworks used for data analytics. In Module 2, the student learns the structure and architecture of computing systems used for processing of data in both large-scale (high-performance and cloud) and small-scale (embedded) contexts, with particular emphasis on GPUs and their applications.								
Obiettivi inglese: At the end of Module 1, the student has a complete understanding of the basic algorithms used to process large amounts of data and extract useful information, as well as of the software frameworks used for data analytics. In Module 2, the student learns the structure and architecture of computing systems used for processing of data in both large-scale (high-performance and cloud) and small-scale (embedded) contexts, with particular emphasis on GPUs and their applications.								
6711 000 000 99195 - 0 - CYBER-PHYSICAL SYSTEMS PROGRAMMING M		ING-INF/05	IINF-05/A		6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 1008 - A scelta dello studente				D				
Obiettivi: Il corso fornisce allo studente una conoscenza di base delle architetture software e gli ambienti di sviluppo, programmazione e progettazione di sistemi cyber-fisici, con particolare enfasi alla coesistenza di task di controllo, processing di data stream, e comunicazione IoT con requisiti di real-time e cybersecurity. Nel corso lo studente impara a utilizzare compilatori, librerie, runtime e middleware per piattaforme e architetture eterogenee, dotate di processori multicore, co-processor e acceleratori HW e SW per il processing di stream di dati da sensori e verso attuatori.								
Obiettivi inglese: The course provides the student with a basic knowledge of software architectures as well as the development, programming and design environments for cyber-physical systems, with particular emphasis on the coexistence of control tasks, data stream processing, and IoT communication with real-time and cybersecurity requirements. The student will learn to use compilers, libraries, runtimes and middleware for heterogeneous platforms and architectures, equipped with multicore processors, co-processors and HW and SW accelerators for the processing of data streams from sensors and towards actuators.								
6711 000 000 69661 - 0 - IMAGE PROCESSING AND COMPUTER VISION M		ING-INF/05	IINF-05/A		6	60/0/0/0	No	Voto
Ambito: 1144 - Attività formative affini o integrative				C				
Obiettivi: The course aims to introduce basic knowledge about algorithms, tools and systems for the management, processing and analysis of digital images. The main topics of the course are filtering aspects of digital images, algorithms for image processing, algorithms for segmentation and classification of objects in digital images. Theoretical aspects that are introduced in the course are then applied to the design and manufacturing capabilities of simple systems oriented to real world applications. At the end of the course students are able to master basic digital image processing techniques and know potentials of this technology in applicative research and industrial contexts.								
Obiettivi inglese: The course aims to introduce basic knowledge about algorithms, tools and systems for the management, processing and analysis of digital images. The main topics of the course are filtering aspects of digital images, algorithms for image processing, algorithms for segmentation and classification of objects in digital images. Theoretical aspects that are introduced in the course are then applied to the design and manufacturing capabilities of simple systems oriented to real world applications. At the end of the course students are able to master basic digital image processing techniques and know potentials of this technology in applicative research and industrial contexts.								
6711 000 000 B2125 - 0 - MACHINE LEARNING AND DATA MINING M		ING-INF/05	IINF-05/A		8	64/0/0/0	No	Voto
Ambito: 1008 - A scelta dello studente				D				
Obiettivi: Al termine del corso, lo studente conosce e comprende:								
- i principi e i casi d'uso più rilevanti di un'ampia serie di algoritmi di Machine Learning utilizzati per estrarre informazioni rilevanti e utili da grandi quantità di dati;								
- le fasi principali di un processo di Data Mining, compresa la scelta dei metodi di Machine Learning più adatti al processo e la valutazione della qualità del processo al fine di supportare le decisioni strategiche e operative;								
- i concetti principali relativi alla gestione di grandi quantità di dati aziendali, tra cui Data Warehouse e Data Lake. Al termine del corso, lo studente è anche in grado di sviluppare un processo di data mining per semplici insiemi di dati.								
Obiettivi inglese: At the end of the course, the student knows and understands:								
-the principles and the most relevant use cases of a wide set of Machine Learning algorithms used to extract relevant and actionable information from large amounts of data;								
-the main steps of a Data Mining process, including choosing the Machine Learning methods best suited to the process and evaluating the quality of the result in order to support strategic and operational decisions;								

-the main concepts related to the management of big amounts of enterprise data, including Data Warehouse and Data Lake. At the end of the course, the student is also able to develop a data mining process for simple datasets.

6711 000 000 78809 - 0 - MATHEMATICAL METHODS FOR AUTOMATION ENGINEERING M	MAT/07	MATH-04/A	6	60/0/0/0	No	Voto
--	--------	-----------	---	----------	----	------

Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative

Obiettivi: Al termine del corso lo studente ha le seguenti competenze. Ha familiarità con il framework della moderna teoria della probabilità; conosce tutti i concetti generali e in particolare ha conoscenze specifiche sulle applicazioni della teoria della probabilità nell'ambito dell'ingegneria dell'automazione: conosce i fondamenti della teoria dell'affidabilità e le distribuzioni probabilistiche di maggiore rilievo in questo ambito. Ha familiarità con i fondamenti della teoria dei processi stocastici sia discreti che continui. Ha familiarità con concetti di base di ottimizzazione non vincolata e vincolata: conosce le principali definizioni, condizioni di ottimalità e algoritmi di base. Ha competenze per poter sviluppare ulteriormente le sue conoscenze nell'area dei sistemi di decisione, pianificazione e controllo in base alle necessità future.

Obiettivi inglese: At the end of the course students have the following skills. They are familiar with the framework of the modern theory of probability; they know the foundations and, in particular, they have specific knowledge about the applications of the probability theory to automation engineering: they know all the basics of reliability theory and the most important probabilistic distributions relevant in this field. They are familiar with the fundamentals of stochastic processes, both discrete and continuous. They are familiar with basics of unconstrained and constrained optimization theory: they know the main definitions, the optimality conditions and basic algorithms. They have expertise to further develop their knowledge in the area of decision, planning and control according to future needs.

6711 000 000 B5813 - 0 - OPERATING SYSTEMS AND PROGRAMMING FOR AUTOMATION M	ING-INF/05	IINF-05/A	6	120/0/0/0	No	Voto
---	------------	-----------	---	-----------	----	------

Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative

Obiettivi: Alla fine del corso lo studente:

- conosce le basi di Python e programmazione a oggetti;
- ha familiarità con i concetti fondamentali relativi all'organizzazione e al funzionamento dei moderni sistemi operativi.

Obiettivi inglese: At the end of the course, the student:

- knows the basics of Python and object oriented programming;
- is familiar with the fundamental concepts underlying modern operating system organization and functioning.

6711 000 000 95601 - 0 - OPTIMIZATION AND MACHINE LEARNING M	MAT/09	MATH-06/A	6	60/0/0/0	No	Voto
--	--------	-----------	---	----------	----	------

Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative

Obiettivi: The aim of this course is to provide the student the ability of using both machine learning and mathematical optimization for advanced analytics. In particular, machine learning techniques are at the core of predictive analytics, where – based on historical data – one needs to predict the future outcome of a time series or classify unseen observations. Machine learning techniques build upon optimization techniques, and, in the case of neural networks, continuous optimization methods. Conversely, discrete optimization methods are at the core of prescriptive analytics, where one is required to make decisions optimizing a certain revenue / saving function by selecting within a discrete set. Discrete optimization methods are empowered by machine learning in estimating the parameters of the associated decision problems and, in some cases, benefit from machine learning to speed up the solution techniques.

Obiettivi inglese: The aim of this course is to provide the student the ability of using both machine learning and mathematical optimization for advanced analytics. In particular, machine learning techniques are at the core of predictive analytics, where – based on historical data – one needs to predict the future outcome of a time series or classify unseen observations. Machine learning techniques build upon optimization techniques, and, in the case of neural networks, continuous optimization methods. Conversely, discrete optimization methods are at the core of prescriptive analytics, where one is required to make decisions optimizing a certain revenue / saving function by selecting within a discrete set. Discrete optimization methods are empowered by machine learning in estimating the parameters of the associated decision problems and, in some cases, benefit from machine learning to speed up the solution techniques.

6711 000 000 69441 - 0 - OPTIMIZATION MODELS AND ALGORITHMS M	MAT/09	MATH-06/A	6	60/0/0/0	No	Voto
---	--------	-----------	---	----------	----	------

Ambito: 1144 - Attivita' formative affini o integrative

Obiettivi: Al termine del corso, lo studente è in grado di formulare problemi di ottimizzazione tramite modelli di Programmazione Lineare e Lineare Intera, ha conoscenze sulla modellazione di problemi su grafo, sa risolvere problemi di ottimizzazione applicando algoritmi esatti, e conosce la teoria matematica su cui si fondano questi metodi.

Obiettivi inglese: At the end of the course, the student is able to formulate optimization problems as Linear and Integer Linear Programming models, has notions about problems modelled on graphs, knows how to solve optimization problems by applying exact algorithms, and owns the mathematical theory on which these methods are based.

Legenda:

CFU: crediti formativi universitari

TAF: tipologia attività formativa (A-di base; B-caratterizzanti; C-affini o integrative; F-ulteriori attività formative; D-a scelta autonoma dello studente; S- stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali; E-per la prova finale)

SSD: settore scientifico disciplinare

F/E/L/N: indica le ore Frontali/Esercitazioni/Laboratori/Ore di esercitazione e/o laboratorio tenute da non docenti

Freq.: segnala l'esistenza di un obbligo di frequenza

Ver.: indica la modalità di verifica del profitto finale

TIP.: indica la tipologia delle forme didattiche. Queste possono essere CON: convenzionali, E-L: in e-learning, MIX: miste, C/E: convenzionali e/o e-learning. Il corso di studio può definire annualmente una delle modalità.