



## REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDIO INGEGNERIA DELL'AUTOMAZIONE E ROBOTICA

CLASSE LM-25

**Scuola: Politecnica e delle Scienze di Base**

**Dipartimento: Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione**

**Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 2023-2024**

### ACRONIMI

CCD	Commissione di Coordinamento Didattico
CdS	Corso/i di Studio
CPDS	Commissione Paritetica Docenti-Studenti
OFA	Obblighi Formativi Aggiuntivi
SUA-CdS	Scheda Unica Annuale del Corso di Studio
RDA	Regolamento Didattico di Ateneo

### INDICE

Art. 1	Oggetto
Art. 2	Obiettivi formativi del corso
Art. 3	Profilo professionale e sbocchi occupazionali
Art. 4	Requisiti di ammissione e conoscenze richieste per l'accesso al Corso di Studio
Art. 5	Modalità per l'accesso al Corso di Studio
Art. 6	Attività didattiche e crediti formativi universitari
Art. 7	Articolazione delle modalità di insegnamento
Art. 8	Prove di verifica delle attività formative
Art. 9	Struttura del corso e piano degli studi
Art. 10	Obblighi di frequenza
Art. 11	Propedeuticità
Art. 12	Calendario didattico del CdS
Art. 13	Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in altri Corsi di Studio della stessa classe
Art. 14	Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in Corsi di Studio di diversa classe, attraverso corsi singoli, presso Università telematiche e in Corsi di Studio internazionali
Art. 15	Criteri per l'iscrizione a corsi singoli di insegnamento attivati nell'ambito dei Corsi di Studio
Art. 16	Caratteristiche e modalità di svolgimento della prova finale
Art. 17	Linee guida per le attività di tirocinio e <i>stage</i>
Art. 18	Decadenza dalla qualità di studente
Art. 19	Compiti didattici, comprese le attività didattiche integrative, di orientamento e di tutorato
Art. 20	Valutazione della qualità delle attività svolte
Art. 21	Norme finali
Art. 22	Pubblicità ed entrata in vigore

## **Art. 1**

### **Oggetto**

Il presente Regolamento disciplina gli aspetti organizzativi del Corso di Studio in Ingegneria dell'Automazione e Robotica (classe LM-25). Il Corso di Studio in Ingegneria dell'Automazione e Robotica (Automation Engineering and Robotics) afferisce al Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione.

Il CdS è retto dalla Commissione di Coordinamento Didattico (CCD), ai sensi dell'Art. 4 del RDA

Il Regolamento è emanato in conformità alla normativa vigente in materia, allo Statuto dell'Università di Napoli Federico II e al Regolamento Didattico di Ateneo.

## **Art. 2**

### **Obiettivi formativi del corso**

Il Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Automazione e Robotica forma tecnici di elevato livello, dotati di una significativa padronanza dei metodi della modellistica analitica e numerica e dei contenuti tecnico scientifici generali dell'Ingegneria dell'Automazione. Il laureato in Ingegneria dell'Automazione e robotica ha un'elevata preparazione scientifica interdisciplinare sui settori specifici che riguardano l'automazione industriale. Il livello di approfondimento dei temi trattati durante il percorso formativo caratterizza il Laureato Magistrale per un'ottima padronanza tecnico-culturale nei campi dell'automazione, e gli conferisce competenze qualificate nel trattare problemi complessi, secondo un approccio interdisciplinare, con consapevolezza e capacità di assumere le proprie responsabilità nei molteplici ruoli che è in grado di ricoprire.

Gli obiettivi formativi specifici si identificano a partire dalle capacità professionali per le quali viene preparato lo studente, e che possono così sintetizzarsi:

- condurre ricerche, ovvero applicare le conoscenze esistenti per progettare, controllare in modo automatico, disegnare e gestire sistemi, motori, apparati e attrezzature rivolte alla automazione dei sistemi, degli impianti e dei processi;
- condurre ricerche, ovvero applicare le conoscenze esistenti nei contesti applicativi dei sistemi robotici;
- essere capaci di concepire, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e innovativi sia nel settore specifico dell'Automazione che, più in generale, in tutti i comparti dove l'Automazione gioca un ruolo rilevante.

Per raggiungere tali obiettivi, le figure professionali prodotte dal corso di laurea devono:

- conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici della matematica e delle altre scienze di base ed essere capaci di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare;
- conoscere approfonditamente gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito relativamente a quelli dell'ingegneria dell'automazione, nella quale sono capaci di identificare, formulare e risolvere, anche in modo innovativo, problemi complessi o che richiedono un approccio interdisciplinare;

- essere capaci di ideare, pianificare, progettare e gestire sistemi, processi e servizi complessi e/o innovativi;
- essere capaci di progettare e gestire esperimenti di elevata complessità;
- essere dotati di conoscenze di contesto e di capacità trasversali;
- avere conoscenze nel campo dell'organizzazione aziendale (cultura d'impresa) e dell'etica professionale;
- essere in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

La formazione del laureato magistrale in Ingegneria dell'Automazione e Robotica ha anche l'obiettivo di fornire le competenze per l'apprendimento permanente in un settore ad elevata evoluzione tecnologica, per l'ulteriore specializzazione in settori specifici o scientificamente avanzati, per la prosecuzione degli studi in livelli di formazione superiore quali Master e Scuole di dottorato.

Gli ambiti professionali tipici per i laureati magistrali della classe sono quelli dell'innovazione e dello sviluppo della produzione, della progettazione avanzata, della pianificazione e della programmazione, della gestione di sistemi complessi, sia nella libera professione sia nelle imprese manifatturiere o di servizi che nelle amministrazioni pubbliche. I laureati magistrali potranno trovare occupazione presso: imprese elettroniche, elettromeccaniche, spaziali, chimiche, aeronautiche in cui sono sviluppate funzioni di dimensionamento e realizzazione di architetture complesse, di sistemi automatici, di processi e di impianti per l'automazione che integrino componenti informatici, apparati di misure, trasmissione e attuazione.

### **Art. 3**

#### **Profilo professionale e sbocchi occupazionali**

Nel contesto di lavorativo il compito di un Laureato Magistrale in Ingegneria dell'Automazione e Robotica è quello di progettare e dirigere la realizzazione, l'installazione, la manutenzione e la conduzione di sistemi di automazione anche complessi. Le competenze associate a tale funzione sono la capacità di analisi di sistemi dinamici complessi, la capacità di progettare sistemi di automazione e controllo avanzati sia in ambito industriale che in altri ambiti applicativi (esempi: automotive e robotica di servizio).

Gli sbocchi occupazionali comprendono società produttrici di componenti e sistemi per l'automazione; società di ingegneria operanti nel campo delle tecnologie dell'informazione per l'automazione della produzione industriale; industrie di progettazione e produzione di macchine e/o sistemi ad alto contenuto di automazione (industria automobilistica, aeronautica/aerospaziale, trasporti); società utilizzatrici di sistemi di automazione (industria di processo, industria manifatturiera, società di gestione di reti di servizi).

## **Art. 4**

### **Requisiti di ammissione e conoscenze richieste per l'accesso al Corso di Studio<sup>1</sup>**

L'iscrizione alla Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Automazione e Robotica richiede il possesso della Laurea, ivi compresa quella conseguita secondo l'ordinamento previgente al D.M. 509/1999, o del diploma universitario di durata triennale o di altro titolo conseguito all'estero riconosciuto idoneo.

Per l'ammissione al corso di Laurea Magistrale sono richiesti inoltre specifici requisiti curriculari e un'adeguata personale preparazione dello studente.

I requisiti curriculari richiesti sono: aver conseguito la Laurea nella classe L-8 e documentata capacità di utilizzare correttamente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

In relazione alla capacità di utilizzare correttamente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari, lo studente dovrà avere conoscenza della lingua inglese o di altra lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano, almeno di livello B2 secondo il Common European Framework of Reference for Languages.

Il possesso dei requisiti curriculari e l'adeguatezza della personale preparazione ai fini dell'ammissione viene accertata secondo modalità definite nel Regolamento didattico del corso di studio.

## **Art. 5**

### **Modalità per l'accesso al Corso di Studio**

L'ammissione ai Corsi di Laurea Magistrale non a ciclo unico prevede, ai sensi dell'Art. 6 D.M. 16 marzo 2007 (Decreto di Istituzione delle Classi delle Lauree Magistrali) la verifica del possesso dei requisiti curriculari specificati nel Regolamento didattico del Corso di Laurea Magistrale, nonché la verifica della adeguatezza della personale preparazione dello studente. Sono individuati con specifiche disposizioni i Corsi di Laurea che consentono l'accesso diretto al Corso di Laurea Magistrale, nonché le integrazioni curriculari previste per gli studenti che non si trovino in queste condizioni. La Commissione di Coordinamento Didattico dispone la modalità attraverso la quale lo studente può effettuare l'integrazione curriculare, da selezionare, in ragione dell'entità e della natura delle integrazioni richieste. La Commissione di Coordinamento Didattico disciplina inoltre, secondo linee di indirizzo stabilite uniformemente per tutti i Corsi di Laurea Magistrale in Ingegneria della Scuola Politecnica e delle Scienze di Base, le modalità di verifica dell'adeguatezza della personale preparazione dello studente. Sono esonerati da tale verifica gli studenti per i quali la media delle votazioni (in trentesimi) conseguite negli esami di profitto per il conseguimento del titolo di Laurea che dà accesso al Corso di Laurea Magistrale - pesate sulla base delle relative consistenze in CFU - sia non inferiore a 24. Disposizioni specifiche si applicano agli studenti che non si trovano in questa condizione. Per essere ammessi al Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Automazione e Robotica è inoltre richiesta la documentata capacità di utilizzare correttamente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari. In relazione alla capacità di utilizzare correttamente, in forma scritta e orale, almeno una lingua dell'Unione Europea oltre l'italiano, con riferimento anche ai lessici disciplinari, lo studente dovrà avere acquisito nella precedente carriera universitaria almeno 3 CFU di Lingua Inglese o, in alternativa, essere in possesso di un certificato di conoscenza della lingua inglese o di altra lingua dell'Unione Europea, oltre l'italiano, almeno di livello B1 secondo il Common European Framework of Reference for Languages, rilasciato da un ente certificatore riconosciuto dal MIUR. Il Regolamento didattico determinerà le modalità di riconoscimento, durante il percorso

---

<sup>1</sup> Artt. 7, 10, 11 del Regolamento Didattico di Ateneo.

formativo del Corso di Laurea Magistrale, del conseguimento di un livello di conoscenza della lingua inglese maggiormente approfondito. Agli studenti, che hanno la cittadinanza in Paesi in cui l'inglese sia una delle lingue ufficiali e/o che abbiano conseguito la laurea presso un'istituzione in cui gli insegnamenti siano impartiti in inglese, non è richiesta alcuna certificazione; gli interessati devono, comunque, presentare idonea documentazione.

## **Art. 6**

### **Attività didattiche e crediti formativi universitari:**

Ogni attività formativa prescritta dall'ordinamento del CdS viene misurata in crediti formativi universitari (CFU). Ogni CFU corrisponde convenzionalmente a 25 ore di lavoro per studente e comprende le ore di didattica assistita e le ore riservate allo studio personale o ad altre attività formative di tipo individuale.

Per il corso di studio oggetto del presente Regolamento, le ore di didattica assistita per ogni CFU, stabilite in relazione al tipo di attività formativa, sono le seguenti<sup>2</sup>:

- Lezione frontale: 8 ore per CFU;
- Esercitazioni di didattica assistita (in laboratorio o in aula): 8 ore per CFU;
- Attività pratiche di laboratorio: 8 ore per CFU;

I CFU corrispondenti a ciascuna attività formativa sono acquisiti dallo studente con il soddisfacimento delle modalità di verifica (esame, idoneità o frequenza) indicate nella scheda relativa all'insegnamento.

## **Art. 7**

### **Articolazione delle modalità di insegnamento**

L'attività didattica viene svolta in modalità convenzionale.

La CCD delibera eventualmente quali insegnamenti prevedono anche attività didattiche offerte on-line.

Alcuni insegnamenti possono prevedere esercitazioni in aula, laboratori linguistici ed informatici.

Informazioni dettagliate sulle modalità di svolgimento di ciascun insegnamento sono presenti sulle schede degli insegnamenti.

## **Art. 8**

### **Prove di verifica delle attività formative<sup>3</sup>**

1. La Commissione di Coordinamento Didattico, nell'ambito dei limiti normativi previsti<sup>4</sup>, stabilisce il numero degli esami e le altre modalità di valutazione del profitto che determinano l'acquisizione dei crediti formativi universitari. Gli esami sono individuali e possono consistere in prove scritte, orali, pratiche, grafiche, tesine, colloqui o combinazioni di tali modalità.
2. Le modalità di svolgimento delle verifiche pubblicate nelle schede insegnamento ed il calendario degli esami saranno resi noti agli studenti prima dell'inizio delle lezioni sul sito web del Dipartimento.

---

<sup>2</sup> Il numero di ore tiene conto delle indicazioni presenti nell'Art. 6, c. 2 del RDA "delle 25 ore complessive, per ogni CFU, sono riservate alla lezione frontale dalle 5 alle 10 ore, o in alternativa sono riservate alle attività seminariali dalle 6 alle 10 ore o dalle 8 alle 12 ore alle attività di laboratorio, salvo nel caso in cui siano previste attività formative ad elevato contenuto sperimentale o pratico, e fatte salve differenti disposizioni di legge".

<sup>3</sup> Art. 20 del Regolamento Didattico di Ateneo.

<sup>4</sup> Ai sensi dei DD.MM. 16.3.2007 in ciascun corso di studi gli esami o prove di profitto previsti non possono essere più di 20 (lauree; Art. 4, c. 2), 12 (lauree magistrali; Art. 4, c. 2), 30 (lauree a ciclo unico quinquennali) o 36 (lauree a ciclo unico sessennali; Art. 4, c. 3).

3. Lo svolgimento degli esami è subordinato alla relativa prenotazione che avviene in via telematica. Qualora lo studente non abbia potuto procedere alla prenotazione per ragioni che il Presidente della Commissione considera giustificate, lo studente può essere egualmente ammesso allo svolgimento della prova d'esame, in coda agli altri studenti prenotati.
4. Prima della prova d'esame, il Presidente della Commissione accerta l'identità dello studente, che è tenuto ad esibire un documento di riconoscimento in corso di validità e munito di fotografia.
5. La valutazione degli esami è espressa in trentesimi, ovvero con un giudizio di idoneità. Gli esami che prevedono una valutazione in trentesimi sono superati con la votazione minima di diciotto trentesimi; la votazione di trenta trentesimi può essere accompagnata dalla lode per voto unanime della Commissione.
6. Le prove orali di esame sono pubbliche, nel rispetto della normativa vigente in materia di sicurezza. Qualora siano previste prove scritte, il candidato ha il diritto di prendere visione del/i proprio/i elaborato/i dopo la correzione.
7. Le Commissioni d'esame sono disciplinate dal Regolamento Didattico di Ateneo.

## **Art. 9**

### **Struttura del corso e piano degli studi:**

La durata normale del Corso di Studio è di 2 anni. Secondo quanto previsto dall'Art.21 del Regolamento Didattico di Ateneo, la CCD potrà dotarsi di un apposito regolamento che disciplini la possibilità di seguire gli studi in tempi più lunghi rispetto a quelli normali.

Lo studente dovrà acquisire 120 CFU<sup>5</sup>, riconducibili alle seguenti Tipologie di Attività Formative (TAF):

- B) caratterizzanti,
- C) affini o integrative,
- D) a scelta dello studente<sup>6</sup>,
- E) per la prova finale,
- F) ulteriori attività formative.

1. La laurea si consegue dopo avere acquisito 120 CFU con il superamento degli esami, in numero non superiore a 12 e lo svolgimento delle altre attività formative.

Fatta salva diversa disposizione dell'ordinamento giuridico degli studi universitari, ai fini del conteggio si considerano gli esami sostenuti nell'ambito delle attività di base, caratterizzanti e affini o integrative nonché nell'ambito delle attività autonomamente scelte dallo studente (TAF D, conteggiate nel numero di uno)<sup>7</sup>. Restano escluse dal conteggio le prove che costituiscono un accertamento di idoneità relativamente alle attività di cui all'Art. 10 comma 5 lettere c), d) ed e) del D.M. 270/2004<sup>8</sup>. Gli insegnamenti integrati, composti da due o più moduli, prevedono un'unica prova di verifica.

---

<sup>5</sup> Il numero complessivo di CFU per l'acquisizione del relativo titolo deve essere così inteso: laurea a ciclo unico sessennale, 360 CFU; laurea a ciclo unico quinquennale, 300 CFU; laurea triennale, 180 CFU; laurea magistrale, 120 CFU.

<sup>6</sup> Corrispondenti ad almeno 12 CFU per le lauree triennali e ad almeno 8 CFU per le lauree magistrali (Art. 4, c. 3 del D.M. 16.3.2007).

<sup>7</sup> Art. 4, c. 2 dell'Allegato 1 al D.M. 386/2007.

<sup>8</sup> Art. 10, comma 5 del D.M. 270/2004: "Oltre alle attività formative qualificanti, come previsto ai commi 1, 2 e 3, i corsi di studio dovranno prevedere: a) attività formative autonomamente scelte dallo studente purché coerenti con il progetto formativo [TAF D]; b) attività formative in uno o più ambiti disciplinari affini o integrativi a quelli di base e caratterizzanti, anche con riguardo alle culture di contesto e alla formazione interdisciplinare [TAF C]; c) attività formative relative alla preparazione della prova finale per il conseguimento del titolo di studio e, con riferimento alla laurea, alla verifica della conoscenza di almeno una lingua straniera oltre l'italiano [TAF E]; d) attività formative, non previste dalle lettere precedenti, volte ad acquisire ulteriori conoscenze linguistiche, nonché abilità informatiche e telematiche, relazionali, o comunque utili per l'inserimento nel mondo del lavoro, nonché attività formative volte ad

2. Per acquisire i CFU relativi alle attività a scelta autonoma, lo studente ha libertà di scelta tra tutti gli insegnamenti attivati presso l'Ateneo, purché coerenti con il progetto formativo. Tale coerenza viene valutata dalla Commissione di Coordinamento Didattico del CdS. Anche per l'acquisizione dei CFU relativi alle attività a scelta autonoma è richiesto il "superamento dell'esame o di altra forma di verifica del profitto" (Art. 5, c. 4 del D.M. 270/2004).
3. Il piano di studi sintetizza la struttura del corso elencando gli insegnamenti previsti suddivisi per anno di corso ed eventualmente per curriculum. Alla fine della tabella del piano di studi sono elencate le propedeuticità previste dal Corso di Studi. Il piano degli studi offerto agli studenti, con l'indicazione dei settori scientifico-disciplinari e dell'ambito di afferenza, dei crediti, della tipologia di attività didattica è riportato nell'Allegato 1 al presente regolamento.

### **Art. 10**

#### **Obblighi di frequenza<sup>9</sup>**

1. In generale, la frequenza alle lezioni frontali è fortemente consigliata ma non obbligatoria. In caso di singoli insegnamenti con frequenza obbligatoria, tale opzione sarà appositamente indicata nella singola scheda insegnamento disponibile nell'Allegato 2.
2. Qualora il docente preveda una modulazione del programma diversa tra studenti frequentanti e non, questa sarà appositamente indicata nella singola scheda insegnamento pubblicata sulla pagina web del corso.
3. La frequenza alle attività seminariali che attribuiscono crediti formativi è obbligatoria. Le relative modalità per l'attribuzione di CFU è compito della CCD.

### **Art. 11**

#### **Propedeuticità**

1. Le eventuali propedeuticità e conoscenze pregresse ritenute necessarie sono indicate nella scheda insegnamento.
2. L'elenco delle propedeuticità in ingresso (necessarie per sostenere un determinato esame) è riportato alla fine dell'Allegato 1.

### **Art. 12**

#### **Calendario didattico del CdS**

Il calendario didattico del CdS viene reso disponibile sui siti web della Scuola, del Dipartimento e del Corso di Studi, prima dell'inizio delle lezioni.

### **Art. 13**

#### **Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in altri Corsi di Studio della stessa classe<sup>10</sup>**

Per gli studenti provenienti da corsi di studi della stessa classe la Commissione di Coordinamento Didattico assicura il riconoscimento del maggior numero possibile di crediti formativi universitari acquisiti dallo studente presso il corso di studio di provenienza, secondo i criteri di cui al successivo articolo 14. Il mancato riconoscimento di crediti formativi universitari deve essere adeguatamente

---

agevolare le scelte professionali, mediante la conoscenza diretta del settore lavorativo cui il titolo di studio può dare accesso, tra cui, in particolare, i tirocini formativi e di orientamento di cui al decreto 25 marzo 1998, n. 142, del Ministero del lavoro [TAF F]; e) nell'ipotesi di cui all'articolo 3, comma 5, attività formative relative agli stages e ai tirocini formativi presso imprese, amministrazioni pubbliche, enti pubblici o privati ivi compresi quelli del terzo settore, ordini e collegi professionali, sulla base di apposite convenzioni".

<sup>9</sup> Art. 20, c. 8 del Regolamento Didattico di Ateneo.

<sup>10</sup> Art. 16 del Regolamento Didattico di Ateneo.

motivato. Resta fermo che la quota di crediti formativi universitari relativi al medesimo settore scientifico-disciplinare direttamente riconosciuti allo studente, non può essere inferiore al 50% di quelli già conseguiti.

#### **Art. 14**

### **Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in Corsi di Studio di diversa classe, attraverso corsi singoli, presso Università telematiche e in Corsi di Studio internazionali<sup>11</sup>**

1. Per gli studenti provenienti da corsi di studi di diversa classe i crediti formativi universitari acquisiti sono riconosciuti dalla struttura didattica competente 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.

Il riconoscimento è effettuato fino a concorrenza dei crediti formativi universitari previsti dall'ordinamento didattico del corso di studio. Il mancato riconoscimento di crediti formativi universitari deve essere adeguatamente motivato.

2. L'eventuale riconoscimento di CFU relativi ad esami superati come corsi singoli potrà avvenire entro il limite di 36 CFU, ad istanza dell'interessato e in seguito all'approvazione delle strutture didattiche competenti. Il riconoscimento non potrà concorrere alla riduzione della durata normale del corso di studio, così come determinata dall'Art. 8, c. 2 del D.M. 270/2004, fatta eccezione per gli studenti che si iscrivono essendo già in possesso di un titolo di studio di pari livello<sup>12</sup>.

#### **Art. 15**

### **Criteri per l'iscrizione a corsi singoli di insegnamento attivati nell'ambito dei Corsi di Studio**

L'iscrizione a singoli corsi di insegnamento, previsti dal Regolamento di Ateneo<sup>13</sup>, è disciplinata dal Regolamento di Ateneo per l'iscrizione a corsi singoli di insegnamento attivati nell'ambito dei Corsi di Studio<sup>14</sup>.

#### **Art. 16**

### **Caratteristiche e modalità di svolgimento della prova finale**

La laurea magistrale in Ingegneria dell'Automazione e Robotica si consegue dopo aver superato una prova finale. È ammesso a sostenere la prova finale lo studente che abbia conseguito tutti i crediti previsti dal proprio piano di studi esclusi quelli relativi alla prova finale stessa. La prova finale, consistente nella valutazione della Tesi di Laurea Magistrale, consistente in una relazione scritta (eventualmente in lingua inglese) avente per oggetto un progetto originale sviluppato dallo studente in modo autonomo sotto la guida di un relatore e eventuali co-relatori come meglio specificato nel regolamento didattico.

---

<sup>11</sup> Art. 16 del Regolamento Didattico di Ateneo.

<sup>12</sup> D.R. n. 1348/2021.

<sup>13</sup> Art. 16, c. 6 del Regolamento Didattico di Ateneo.

<sup>14</sup> D.R. n. 3241/2019.

La prova finale è sostenuta dal Candidato innanzi a una Commissione presieduta dal Coordinatore del Corso di Studio e consiste nella presentazione del lavoro svolto sotto la guida di un docente Relatore e nella successiva discussione con i componenti della Commissione.

Al candidato è consentito di avvalersi di un supporto audio-visivo, da proiettare pubblicamente, oppure, in alternativa, di redigere un fascicoletto di sintesi, da consegnare in copia a ciascun componente della Commissione.

Al termine della presentazione, ciascun docente può rivolgere osservazioni al candidato, inerenti all'argomento del lavoro di tesi.

La presentazione ha una durata compresa di norma in 15 minuti.

## **Art. 17**

### **Linee guida per le attività di tirocinio e stage**

1. Gli studenti iscritti al CdS possono decidere di effettuare attività di tirocinio o *stage* formativi presso Enti o Aziende convenzionati con l'Ateneo. Le attività di tirocinio e *stage* non sono obbligatorie, e concorrono all'attribuzione di crediti formativi per le Altre attività formative a scelta dello studente inserite nel piano di studi, così come previsto dall'Art. 10, comma 5, lettere d ed e, del D.M. 270/2004<sup>15</sup>.
2. Le modalità di svolgimento e le caratteristiche di tirocini e *stage* sono disciplinate dalla CCD in un apposito regolamento.
3. L'Università degli Studi di Napoli Federico II, per il tramite del Comitato di Indirizzo per la Didattica del Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione, assicura un costante contatto con il mondo del lavoro, per offrire a studenti e laureati dell'Ateneo concrete opportunità di tirocini e *stage* e favorirne l'inserimento professionale.

## **Art. 18**

### **Decadenza dalla qualità di studente<sup>16</sup>**

Incorre nella decadenza lo studente che non abbia sostenuto esami per otto anni accademici consecutivi, a meno che il suo contratto non stabilisca condizioni diverse. In ogni caso, la decadenza va comunicata allo studente a mezzo posta elettronica certificata o altro mezzo idoneo che ne attesti la ricezione.

## **Art. 19**

### **Compiti didattici, comprese le attività didattiche integrative, di orientamento e di tutorato**

1. I docenti e ricercatori svolgono il carico didattico assegnato secondo quanto disposto dal Regolamento didattico di Ateneo e nel Regolamento sui compiti didattici e di servizio agli studenti dei professori e ricercatori e sulle modalità per l'autocertificazione e la verifica dell'effettivo svolgimento<sup>17</sup>.
2. Docenti e ricercatori devono garantire almeno due ore di ricevimento ogni 15 giorni (o per appuntamento in ogni caso concesso non oltre i 15 giorni) e comunque garantire la reperibilità via posta elettronica.
3. Il servizio di tutorato ha il compito di orientare e assistere gli studenti lungo tutto il corso degli studi e di rimuovere gli ostacoli che impediscono di trarre adeguato giovamento dalla frequenza dei corsi, anche attraverso iniziative rapportate alle necessità e alle attitudini dei singoli.

---

<sup>15</sup> I tirocini *ex lettera d* possono essere sia interni che esterni; tirocini e *stage ex lettera e* possono essere solo esterni.

<sup>16</sup> Art. 21 del Regolamento Didattico di Ateneo, come modificato con D.R. n. 1782/2021.

<sup>17</sup> D.R. n. 2482//2020.

4. L'Università assicura servizi e attività di orientamento, di tutorato e assistenza per l'accoglienza e il sostegno degli studenti. Tali attività sono organizzate dall'Ateneo (portale <http://www.orientamento.unina.it/>) in collaborazione con le singole Strutture Didattiche, secondo quanto stabilito dal RDA nell'articolo 8.

## **Art. 20**

### **Valutazione della qualità delle attività svolte**

1. La Commissione di Coordinamento Didattico attua tutte le forme di valutazione della qualità delle attività didattiche previste dalla normativa vigente secondo le indicazioni fornite dal Presidio della Qualità di Ateneo.
2. Al fine di garantire agli studenti del Corso di Studio la qualità della didattica nonché di individuare le esigenze degli studenti e di tutte le parti interessate, l'Università degli Studi di Napoli Federico II si avvale del sistema di Assicurazione Qualità (AQ)<sup>18</sup>, sviluppato in conformità al documento "Autovalutazione, Valutazione e Accreditamento del Sistema Universitario Italiano" dell'ANVUR, utilizzando:
  - indagini sul grado di inserimento dei laureati nel mondo del lavoro e sulle esigenze post-lauream;
  - dati estratti dalla somministrazione del questionario per la valutazione della soddisfazione degli studenti per ciascun insegnamento presente nel piano di studi, con domande relative alle modalità di svolgimento del corso, al materiale didattico, ai supporti didattici, all'organizzazione, alle strutture.

I requisiti derivanti dall'analisi dei dati sulla soddisfazione degli studenti, discussi e analizzati dalla Commissione di Coordinamento Didattico e dalla Commissione Paritetica Docenti Studenti (CPDS), sono inseriti fra i dati di ingresso nel processo di progettazione del servizio e/o fra gli obiettivi della qualità.

3. L'organizzazione dell'AQ sviluppata dall'Ateneo realizza un processo di miglioramento continuo degli obiettivi e degli strumenti adeguati per raggiungerli, facendo in modo che in tutte le strutture siano attivati processi di pianificazione, monitoraggio e autovalutazione che consentano la pronta rilevazione dei problemi, il loro adeguato approfondimento e l'impostazione di possibili soluzioni.

## **Art. 21**

### **Norme finali**

1. Il Consiglio di Dipartimento, su proposta della Commissione di Coordinamento Didattico, sottopone all'esame del Senato Accademico eventuali proposte di modifica e/o integrazione del presente Regolamento.

## **Art. 22**

### **Pubblicità ed entrata in vigore**

1. Il presente Regolamento entra in vigore il giorno successivo alla pubblicazione all'Albo ufficiale dell'Università; è inoltre pubblicato sul sito d'Ateneo. Le stesse forme e modalità di pubblicità sono utilizzate per le successive modifiche e integrazioni.
2. Sono parte integrante del presente Regolamento l'Allegato 1 e l'Allegato 2.

---

<sup>18</sup> Il sistema di Assicurazione Qualità, basato su un approccio per processi e adeguatamente documentato, è progettato in maniera tale da identificare le esigenze degli studenti e di tutte le parti interessate, per poi tradurle in requisiti che l'offerta formativa deve rispettare.

## ALLEGATO 1

# REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDIO INGEGNERIA DELL'AUTOMAZIONE E ROBOTICA

## CLASSE LM-25

**Scuola: Politecnica e delle Scienze di Base**

**Dipartimento: Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione**

**Regolamento proposto in vigore a partire dall'a.a. 2023-2024**

## PIANO DEGLI STUDI A.A. 2023-2024

### LEGENDA

#### Tipologia di Attività Formativa (TAF):

B = Caratterizzanti

C = Affini o integrativi

D = Attività a scelta

E = Prova finale e conoscenze linguistiche

F = Ulteriori attività formative

**Attività formativa curriculare a scelta comune ad entrambi i percorsi**

**Attività formativa curriculare a scelta - Percorso Automation & Control Engineering**

**Attività formativa curriculare a scelta - Percorso Robotics**

I anno								
Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività (lezione frontale, laboratorio ecc.)	TAF	Ambito disciplinare	obbligatorio /a scelta
Azionamenti elettrici per automazione e robotica	ING-IND/32	unico	9	72	Lezione frontale e laboratorio	B	Caratterizzanti	Obbligatorio
Complementi di controlli	ING-INF/04	unico	6	48	Lezione frontale	B	Caratterizzanti	Obbligatorio
Complementi di meccanica	ING-IND/13	unico	9	72	Lezione frontale	B	Caratterizzanti	Obbligatorio
Modelli e metodi della ricerca operativa	MAT/09	unico	6	48	Lezione frontale	C	Affini o integrativi	Obbligatorio
Identificazione e controllo ottimo	ING-INF/04	unico	6	48	Lezione frontale	B	Caratterizzanti	Obbligatorio
Progetto e sviluppo di sistemi in tempo reale	ING-INF/05	unico	9	72	Lezione frontale	C	Affini o integrativi	Obbligatorio
Foundations of robotics	ING-INF/04	unico	9	72	Lezione frontale	B	Caratterizzanti	Obbligatorio

Il anno								
Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività (lezione frontale, laboratorio ecc.)	TAF	Ambito disciplinare	Obbligatorio /a scelta
Nonlinear dynamics and control	ING-INF/04	unico	9	72	Lezione frontale	B	Caratterizzanti	Obbligatorio
Modelli numerici per i campi	ING-IND/31	unico	9	72	Lezione frontale	C	Affini o integrativi	Obbligatorio (a scelta fino a 9 CFU)
Modellistica e dinamica dei campi	ING-INF/02	unico		72				
Prototipazione virtuale	ING-IND/15	unico		72				
Robotica medica	ING-INF/06	unico		72				
Control lab	ING-INF/04	unico	6	48	Lezione frontale e laboratorio	B	Caratterizzanti	Obbligatorio (a scelta fino a 6 CFU)
Robotics lab	ING-INF/04	unico		48				
Advanced control engineering	ING-INF/04	Control of complex systems and networks	12	48	Lezione frontale	B	Caratterizzanti	Obbligatorio (a scelta fino a 12 CFU)
Advanced control engineering	ING-INF/04	Discrete event systems and supervisory control		48				
Advanced robotics	ING-INF/04	Robot interaction control		48				
Advanced robotics	ING-INF/04	Field and service robotics		48				
Il anno (a scelta autonoma)								
Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività (lezione frontale, laboratorio ecc.)	TAF	Ambito disciplinare	Obbligatorio /a scelta
Un insegnamento della scelta curriculare comune			6+6 opp. 9+3 opp. 12	72		D	Attività a scelta	Obbligatorio (a scelta fino a 12 CFU)
Un insegnamento del percorso Automation & Control Engineering	ING-INF/04			48/96	Lezione frontale			
Un insegnamento del percorso Robotics	ING-INF/04			48/96	Lezione frontale			
Algorithms, data structures and machine learning	ING- INF/05	Algorithms and data structures		48	Lezione frontale			
Algorithms, data structures and machine learning	ING- INF/05	Machine learning		48	Lezione frontale			
Architettura e progetto dei calcolatori	ING- INF/05			72	Lezione frontale			
Biometric systems	INF/01			48	Lezione frontale			
Circuiti per DSP	ING- INF/01			72	Lezione frontale			
Cloud Platforms and Infrastructure-as-Code	ING- INF/05			48	Lezione frontale			
Cognitive computing systems	ING- INF/05			48	Lezione frontale			

## Il anno (a scelta autonoma)

Denominazione Insegnamento	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività (lezione frontale, laboratorio ecc.)	TAF	Ambito disciplinare	Obbligatorio /a scelta
Computer vision	INF/01			48	Lezione frontale			
Control architectures for autonomous driving (**)	ING-INF/04	Control systems for autonomous ground vehicles	6+6 opp. 9+3 opp. 12	48	Lezione frontale	D	Attività a scelta	Obbligatorio (a scelta fino a 12 CFU)
Control architectures for autonomous driving (**)	ING-INF/04	Mobile robots		48	Lezione frontale			
Distributed algorithms and cyber-physical systems design	ING-INF/04			48	Lezione frontale			
Distributed systems and IoT	ING-INF/05			48	Lezione frontale			
Dinamica e controllo dei velivoli	ING-IND/03			48	Lezione frontale			
Elaborazione di segnali multimediali	ING-INF/03			72	Lezione frontale			
Electric and hybrid vehicles	ING-IND/32			48	Lezione frontale			
Embedded systems	ING-INF/05			48	Lezione frontale			
Human-robot interaction	INF/01			48	Lezione frontale			
Image processing for computer vision	ING-INF/03			72	Lezione frontale			
Ingegneria del suono	ING-INF/03			48	Lezione frontale			
Intelligent robotics	INF/01			48	Lezione frontale			
Introduzione ai circuiti quantistici	ING-IND/31			72	Lezione frontale			
Instrumentation and measurements for smart industry	ING-INF/07			72	Lezione frontale			
Machine learning	INF/01	Neural networks and deep learning		48	Lezione frontale			
Machine learning	INF/01	Statistical learning		48	Lezione frontale			
Methods for artificial intelligence	INF/01			48	Lezione frontale			
Nonlinear systems	ING-INF/04			48	Lezione frontale			
Plasmi e fusione termonucleare	ING-IND/31			72	Lezione frontale			
Power devices and circuits	ING-INF/01			72	Lezione frontale			
Progettazione e sviluppo di prodotto sostenibile	ING-IND/15		72	Lezione frontale				
Quantum information	ING-INF/03		48	Lezione frontale				
Radiolocalizzazione terrestre e satellitare	ING-INF/03		72	Lezione frontale				

Ricerca operativa II	MAT/09			72	Lezione frontale			
Safety critical systems	ING-INF/05			24	Lezione frontale			
Sistemi radar	ING-INF/03			72	Lezione frontale			
Social, ethical and psychological issues in artificial intelligence	INF/01			48	Lezione frontale			
Statistical Learning and Data Analysis	SECS-S/01	Statistical Learning		48	Lezione frontale			
Statistical Learning and Data Analysis	SECS-S/01	Data Analysis		48	Lezione frontale			
Tomografia e imaging: principi, algoritmi e metodi numerici	ING-INF/02			72	Lezione frontale			

**(\*) Gli studenti che optano per l'insegnamento integrato di Control Architectures for autonomous driving (12 CFU) non potranno scegliere l'insegnamento integrato di Advanced Robotics e, pertanto, non potranno optare per il percorso di Robotics.**

Denominazione attività	SSD	Modulo	CFU	Ore	Tipologia Attività	TAF	Ambito disciplinare	Obbligatorio /a scelta
Ulteriori conoscenze (**)			6			F	Ulteriori attività formative	Obbligatorio
Prova finale			12			E		Obbligatorio

**(\*\*) Le "Ulteriori Conoscenze" possono essere acquisite dall'allievo nell'ambito del lavoro per la preparazione della Tesi. L'acquisizione di tali conoscenze deve essere certificata attraverso un modello AC, controfirmato dal relatore della Tesi di Laurea. Le "Ulteriori conoscenze" possono altresì essere acquisite mediante tirocini extramoenia o intramoenia.**

**Il tirocinio extramoenia è svolto presso aziende, centri di ricerca o altri enti pubblici e/o privati, italiani o esteri, con affiancamento di un tutor dell'azienda o dell'ente e la supervisione di un tutor universitario.**

**Il tirocinio intramoenia è svolto presso laboratori di ricerca dell'ateneo con affiancamento di un tutor universitario (docente o ricercatore).**

### **Elenco delle propedeuticità**

Il percorso di studi non presenta propedeuticità.



## ALLEGATO 2

# REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI STUDIO INGEGNERIA DELL'AUTOMAZIONE E ROBOTICA

## CLASSE LM-25

**Scuola: Politecnica e delle Scienze di Base**

**Dipartimento: Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione**

**Regolamento in vigore a partire dall'a.a. 2023-2024**

### LEGENDA

#### Tipologia di Attività Formativa (TAF):

B = Caratterizzanti

C = Affini o integrativi

D = Attività a scelta

E = Prova finale e conoscenze linguistiche

F = Ulteriori attività formative

<b>Insegnamento:</b> <b>ADVANCED CONTROL ENGINEERING</b>	
<b>SSD: ING-INF/04</b>	<b>CFU: 6 + 6</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: B</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b></p> <p>Il settore studia i metodi e le tecnologie per il trattamento dell'informazione (dati e segnali) finalizzato all'automazione (ossia alla pianificazione, alla gestione ed al controllo, effettuati in maniera automatica) degli impianti, dei processi e dei sistemi dinamici in genere. Con tali termini possono intendersi, ad esempio, i processi industriali di produzione (sia continua sia manifatturiera), le macchine operatrici automatiche (inclusi i sistemi robotizzati), i sistemi di trasporto, i sistemi per la produzione energetica, i sistemi avionici, nonché i sistemi di natura ambientale. Nonostante le differenze di carattere fisico-strutturale esistenti fra tali tipologie di sistemi, le varie classi di processo sopra menzionate si prestano, tuttavia, ad essere rappresentate, modellate e simulate, ed infine gestite e controllate, utilizzando strumenti metodologici largamente invarianti rispetto al particolare dominio applicativo considerato. Su tale approccio unificante si sviluppano sia campi di competenze di natura metodologica generale, sia quelli orientati allo studio ed al trattamento di problematiche di interesse e di impegno del settore con più rilevanti contenuti di carattere tecnologico.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>L'insegnamento è costituito dai due moduli di <i>Control of complex systems and networks</i> e <i>Discrete event systems and supervisory control</i>.</p> <p>Il modulo di <i>Control of complex systems and networks</i> intende fornire un insieme di strumenti per l'analisi e il controllo di reti di agenti dinamici, con particolare riferimento all'ottimizzazione ed alla sicurezza delle stesse, ed al loro possibile utilizzo in fase di progettazione o di gestione di sistemi a rete in diversi domini applicativi di interesse ingegneristico.</p> <p>Il modulo di <i>Discrete event systems and supervisory control</i> intende introdurre all'utilizzo degli strumenti formali per la modellistica, la verifica e il controllo dei sistemi ad eventi discreti (SED). I SED sono sistemi dinamici non-lineari a spazio di stato discreto, la cui evoluzione dinamica dipende dall'occorrenza di eventi considerati asincroni.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> Prova orale e discussione di un elaborato tecnico	

<b>Insegnamento:</b> <b>ADVANCED ROBOTICS</b>	
<b>SSD: ING-INF/04</b>	<b>CFU: 6 + 6</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: B</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b></p> <p>Il settore studia i metodi e le tecnologie per il trattamento dell'informazione (dati e segnali) finalizzato all'automazione (ossia alla pianificazione, alla gestione ed al controllo, effettuati in maniera automatica) degli impianti, dei processi e dei sistemi dinamici in genere. Con tali termini possono intendersi, ad esempio, i processi industriali di produzione (sia continua sia manifatturiera), le macchine operatrici automatiche (inclusi i sistemi robotizzati), i sistemi di trasporto, i sistemi per la produzione energetica, i sistemi avionici, nonché i sistemi di natura ambientale. Nonostante le differenze di carattere fisico-strutturale esistenti fra tali tipologie di sistemi, le varie classi di processo sopra menzionate si prestano, tuttavia, ad essere rappresentate, modellate e simulate, ed infine gestite e controllate, utilizzando strumenti metodologici largamente invarianti rispetto al particolare dominio applicativo considerato. Su tale approccio unificante si sviluppano sia campi di competenze di natura metodologica generale, sia quelli orientati allo studio ed al trattamento di problematiche di interesse e di impegno del settore con più rilevanti contenuti di carattere tecnologico.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>L'insegnamento è costituito dai due moduli di <i>Robot interaction control</i> e <i>Field and service robotics</i>.  Il modulo di <i>Robot interaction control</i> si propone l'obiettivo di fornire le competenze per il controllo dell'interazione tra robot e ambienti scarsamente strutturati, attraverso il controllo in forza, il controllo visuale, la manipolazione e la cooperazione.  Il modulo di <i>Field and service robotics</i> si propone di fornire una panoramica sugli strumenti utilizzati per la modellistica, la pianificazione ed il controllo di robot mobili (su ruote, su gambe, droni e sottomarini) a guida autonoma.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> Prova orale e discussione di un elaborato tecnico	

<b>Insegnamento:</b> Algoritmi, strutture dati e Machine Learning	<b>Lingua di erogazione dell'insegnamento:</b> Italiano
<b>SSD:</b> ING-INF/05	<b>CFU:</b> 12
<b>Anno di corso:</b> I	<b>Tipologia di Attività Formativa:</b> D
<b>Modalità di svolgimento:</b> In presenza	
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b>  Il settore è caratterizzato dall'insieme di ambiti scientifici e di competenze scientifico-disciplinari relativi al progetto ed alla realizzazione dei sistemi di elaborazione dell'informazione. Rientrano in questo ambito i fondamenti teorici, i metodi e le tecnologie atti a produrre progetti tecnicamente validi, dal punto di vista sia dell'adeguatezza delle soluzioni proposte sia della possibilità di realizzazione tecnica sia della convenienza economica sia dell'efficacia organizzativa. Tali fondamenti, metodi e tecnologie spaziano su tutti gli aspetti relativi ad un sistema di elaborazione, da quelli hardware a quelli software, dai sistemi operativi alle reti di elaboratori, dalle basi di dati ai sistemi informativi, dai linguaggi di programmazione all'ingegneria del software, dall'interazione uomo-macchina al riconoscimento dei segnali e delle immagini, all'elaborazione multimediale, all'ingegneria della conoscenza, all'intelligenza artificiale ed alla robotica.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b> L'insegnamento si propone di fornire in primo luogo le nozioni necessarie per la progettazione e l'analisi di algoritmi e strutture dati nello sviluppo delle applicazioni informatiche. Tali nozioni includono i fondamenti teorici e le tecniche avanzate di progettazione ed analisi di algoritmi la cui applicazione spazia su tutti gli aspetti relativi ad un sistema di elaborazione, da quelli hardware a quelli software, dai sistemi operativi alle reti di elaboratori, dalle basi di dati ai sistemi informativi, dai linguaggi di programmazione all'ingegneria del software, dall'interazione uomo-macchina al riconoscimento dei segnali e delle immagini, all'elaborazione multimediale, all'ingegneria della conoscenza, alla robotica e all'intelligenza artificiale ed alla robotica. Con riferimento a quest'ultimo campo, l'insegnamento si propone di presentare nel dettaglio i principali algoritmi di Machine Learning per la soluzione di problemi di classificazione, predizione numerica e clustering, nonché le metodologie di gestione e sviluppo di un processo di Machine Learning, dalla preparazione dei dati alla valutazione dei risultati. L'insegnamento consentirà anche di sviluppare competenze pratiche nella soluzione di problemi reali di classificazione, predizioni numerica o clustering tramite algoritmi di Machine Learning, grazie ad esercitazioni svolte con tool open source e/o commerciali.</p>	
<p><b>Propedeuticità in ingresso:</b></p> <p><b>Propedeuticità in uscita:</b></p>	
<p><b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b>  Prova scritta ed orale. Discussione di un elaborato progettuale.</p>	

<b>Insegnamento:</b> <b>AZIONAMENTI ELETTRICI PER AUTOMAZIONE E ROBOTICA</b>	
<b>SSD: ING-IND/32</b>	<b>CFU: 9</b>
<b>Anno di corso: I</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: B</b>
<b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b> Il settore comprende gli studi che riguardano macchine elettriche, sensori ed attuatori elettrici, componenti elettronici di potenza e convertitori, materiali elettrici ed elettronici, azionamenti elettrici, tecnologie elettriche ed elettroniche costruzioni elettromeccaniche ed applicazioni industriali elettriche, e che traducono problemi di base ed applicativi delle conversioni dell'energia, allo scopo di renderla disponibile nella forma, nella misura e nella qualità necessarie per le diverse applicazioni nell'industria, nei trasporti ferroviari, funiviari e stradali, negli edifici civili e nei servizi, partendo da fonti energetiche tradizionali e rinnovabili. Gli studi coinvolgono, per tali temi, oltre le tradizionali metodologie elettriche, anche quelle dell'elettronica industriale di potenza, dei dispositivi di controllo, dei sistemi e processi di automazione e della mecatronica, finalizzate allo studio in regime statico e dinamico dei loro modelli comportamentali. Gli studi si estendono all'integrazione di componenti nei sistemi e alla gestione dei processi di conversione nei sistemi energetici per l'industria e i trasporti.	
<b>Obiettivi formativi:</b> Fornire agli studenti competenze avanzate sul dimensionamento e sull'esercizio di azionamenti elettrici con motori elettrici in corrente continua e alternata, che consentano sia l'analisi delle prestazioni energetiche e dinamiche di azionamenti già in esercizio, sia la scelta delle soluzioni più idonee nel caso di nuove installazioni, con particolare riferimento ai sistemi di automazione industriale.	
<b>Propedeuticità in ingresso:</b> N/A	
<b>Propedeuticità in uscita:</b> N/A	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> Prova orale	

<b>Insegnamento: Biometric systems</b>	
<b>SSD: INF/01</b>	<b>CFU: 6</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b></p> <p>Interessa la progettazione, produzione e utilizzazione di sistemi informatici per l'innovazione nella società. Particolare attenzione è rivolta al metodo, basato su modellizzazione, formalizzazione e verifica sperimentale. Comprende, accanto a tutti gli aspetti di base e generali, i fondamenti algoritmici (progettazione e analisi degli algoritmi, computabilità e complessità), logici, semantici e metodologici dell'informatica, ivi inclusi i modelli computazionali classici; le competenze sistemistiche necessarie a modellare e progettare sistemi informativi. Comprende gli ambiti applicativi e sperimentali relativi agli usi innovativi dell'informatica, quali l'elaborazione di immagini e suoni, il riconoscimento e la visione artificiale, le reti neurali, l'intelligenza artificiale, la simulazione computazionale, la grafica computazionale, l'interazione utente-elaboratore e i sistemi multimediali. Le competenze di questo settore riguardano le metodologie e gli strumenti dell'informatica che forniscono la base concettuale e tecnologica per la varietà di applicazioni richieste nella Società dell'Informazione per l'organizzazione, la gestione e l'accesso a informazioni e conoscenze da parte di singoli e di organizzazioni e imprese private e pubbliche; riguardano inoltre tutti gli aspetti istituzionali dell'informatica di base.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>Il corso ha come obiettivo quello di fornire allo studente una panoramica dei sistemi biometrici nella accezione più ampia del termine, ovvero nella sua duplice interpretazione di sistemi per l'analisi di caratteristiche fisiologiche ai fini di garantire la sicurezza fisica/logica di luoghi e persone e di supportare la diagnosi medica.</p> <p>Nella sua prima parte il corso si concentra sull'analisi di caratteristiche handcrafted e deep features estratte da impronta, volto, iride e vene, per poi spostarsi sulla loro classificazione e sugli schemi di fusione. La seconda parte del corso è orientata allo studio di caratteristiche biometriche estratte da immagini 2D e volumi di slice 3D allo scopo di supportare la diagnosi del medico in ambito clinico.</p> <p>Al termine del corso lo studente sarà capace di progettare, implementare e applicare algoritmi per il trattamento di caratteristiche biometriche nella soluzione di problemi reali.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame: Solo orale</b>	

<b>Insegnamento:</b> <b>Circuiti per DSP</b>	
<b>SSD: ING-INF/01</b>	<b>CFU: 9</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b>  Il settore raccoglie le competenze tecniche e scientifiche necessarie per concepire, analizzare, progettare, realizzare e caratterizzare dispositivi, circuiti e sistemi che rappresentano la base delle moderne tecnologie della comunicazione e dell'informazione. Le attività di interesse includono la progettazione e realizzazione di dispositivi, circuiti, apparati e sistemi sulla base delle specifiche, delle normative e dei costi fissati dalle applicazioni. Il settore contiene un'ampia gamma di competenze (circuiti, microcircuiti, architetture ed algoritmi per l'elaborazione delle informazioni, strumenti informatici per la progettazione assistita, ecc.), ciascuna comprendente aspetti di tipo metodologico, progettuale, tecnologico e sperimentale. Esso è fortemente interessato alle applicazioni dei sistemi elettronici, come: l'elaborazione e la trasmissione delle informazioni; l'elettronica industriale e di potenza; l'elettronica per la salute, l'ambiente, il turismo, i beni culturali, la casa e lo spazio</p>	
<p><b>Obiettivi formativi: Conoscenza approfondita delle architetture dei circuiti DSP disponibili</b> commercialmente e dell'ambiente di sviluppo per la loro programmazione. Conoscenza delle problematiche, sia teoriche che pratiche, relative alla implementazione ottimale, in tempo reale, su DSP, dei principali algoritmi di elaborazione digitale dei segnali. Realizzazione di concreti algoritmi di elaborazione dei segnali su circuiti DSP.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso:</b> N/A	
<b>Propedeuticità in uscita:</b> N/A	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> Orale	

Insegnamento: Cloud Platforms and Infrastructure-as-a-Code		Lingua di erogazione dell'insegnamento: Inglese
SSD: ING-INF/05		CFU: 6
Anno di corso: I o II	Tipologia di Attività Formativa: D	
Modalità di svolgimento: In presenza		
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b></p> <p>Il settore è caratterizzato dall'insieme di ambiti scientifici e di competenze scientifico-disciplinari relativi al progetto ed alla realizzazione dei sistemi di elaborazione dell'informazione, nonché alla loro gestione ed utilizzazione nei vari contesti applicativi con metodologie e tecniche proprie dell'ingegneria. Rientrano in questo ambito i fondamenti teorici, i metodi e le tecnologie atti a produrre progetti tecnicamente validi, dal punto di vista sia dell'adeguatezza delle soluzioni proposte sia della possibilità di realizzazione tecnica sia della convenienza economica sia dell'efficacia organizzativa. Tali fondamenti, metodi e tecnologie spaziano su tutti gli aspetti relativi ad un sistema di elaborazione, da quelli hardware a quelli software, dai sistemi operativi alle reti di elaboratori, dalle basi di dati ai sistemi informativi, dai linguaggi di programmazione all'ingegneria del software. Rientrano, inoltre, nell'ambito di questo settore le competenze relative al progetto ed alla realizzazione degli impianti informatici e delle varie applicazioni dei sistemi di elaborazione, quali, ad esempio, le applicazioni telematiche industriali ai sistemi socio-economici.</p>		
<p><b>Obiettivi formativi:</b> Scopo del corso è impartire una conoscenza approfondita delle principali metodologie e tecniche impiegate nei contesti di Cloud Computing (pubblico, privato ed ibrido) per il dimensionamento dinamico, la configurazione e la gestione di infrastrutture virtualizzate. In particolare, il corso tratta:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- gli aspetti ingegneristici di progetto e realizzazione di un moderno datacenter e le principali tecnologie IT impiegate in questo specifico contesto;</li> <li>- le peculiari soluzioni architetture e protocollari che caratterizzano il networking nel contesto dei datacenter;</li> <li>- le principali tecniche di virtualizzazione attualmente impiegate per le varie componenti di un sistema IT basato sul Cloud e come queste siano impiegate per la realizzazione di sistemi scalabili, elastici, flessibili e riconfigurabili attraverso il dispiegamento e l'orchestrazione di VM, container e componenti serverless;</li> <li>- le tecniche di automazione che, attraverso il paradigma DevOps, consentono di automatizzare le procedure di messa in esercizio, configurazione e gestione dei sistemi cloud e rete.</li> </ul> <p>Il corso prevede anche una parte laboratoriale ed esercitativa funzionale allo sviluppo di un elaborato.</p>		
Propedeuticità in ingresso:		
Propedeuticità in uscita:		
Modalità di svolgimento della prova di esame: Sviluppo e discussione di un progetto e prova orale.		

<b>Insegnamento:</b> Cognitive Computing Systems	
<b>SSD:</b> ING-INF/05	<b>CFU:</b> 6
<b>Anno di corso:</b> II	<b>Tipologia di Attività Formativa:</b> D
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b></p> <p>Il settore è caratterizzato dall'insieme di ambiti scientifici e di competenze scientifico-disciplinari relativi al progetto ed alla realizzazione dei sistemi di elaborazione dell'informazione, nonché alla loro gestione ed utilizzazione nei vari contesti applicativi con metodologie e tecniche proprie dell'ingegneria. Rientrano in questo ambito i fondamenti teorici, i metodi e le tecnologie atti a produrre progetti tecnicamente validi, dal punto di vista sia dell'adeguatezza delle soluzioni proposte sia della possibilità di realizzazione tecnica sia della convenienza economica sia dell'efficacia organizzativa. Tali fondamenti, metodi e tecnologie spaziano su tutti gli aspetti relativi ad un sistema di elaborazione, da quelli hardware a quelli software, dai sistemi operativi alle reti di elaboratori, dalle basi di dati ai sistemi informativi, dai linguaggi di programmazione all'ingegneria del software, dall'interazione uomo-macchina al riconoscimento dei segnali e delle immagini, all'elaborazione multimediale, all'ingegneria della conoscenza, all'intelligenza artificiale ed alla robotica. Rientrano, inoltre, nell'ambito di questo settore le competenze relative al progetto ed alla realizzazione degli impianti informatici e delle varie applicazioni dei sistemi di elaborazione, quali, ad esempio, le applicazioni telematiche industriali ai sistemi socio-economici.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b> Questo corso ha lo scopo di fornire le conoscenze e competenze necessarie per la comprensione di sistemi basati sul paradigma del cognitive computing. Il cognitive computing è una disciplina emergente che, mettendo insieme conoscenze di data mining, machine learning, natural language processing e knowledge representation, sviluppa sistemi automatici che cercano di simulare il processo del pensiero umano. Gli studenti avranno anche l'opportunità di maturare le competenze necessarie per lo sviluppo di applicazioni cognitive che possono interagire con persone e/o cose (macchine e/o altri computer). Il corso sarà corredato da una attività di esercitazione e sviluppo di applicazioni in laboratorio.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso:</b> N/A	
<b>Propedeuticità in uscita:</b> N/A	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> elaborato progettuale	

<b>Insegnamento:</b> <b>COMPLEMENTI DI CONTROLLI</b>	
<b>SSD: ING-INF/04</b>	<b>CFU: 6</b>
<b>Anno di corso: I</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: B</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b>  Il settore studia i metodi e le tecnologie per il trattamento dell'informazione (dati e segnali) finalizzato all'automazione (ossia alla pianificazione, alla gestione ed al controllo, effettuati in maniera automatica) degli impianti, dei processi e dei sistemi dinamici in genere. Con tali termini possono intendersi, ad esempio, i processi industriali di produzione (sia continua sia manifatturiera), le macchine operatrici automatiche (inclusi i sistemi robotizzati), i sistemi di trasporto, i sistemi per la produzione energetica, i sistemi avionici, nonché i sistemi di natura ambientale. Nonostante le differenze di carattere fisico-strutturale esistenti fra tali tipologie di sistemi, le varie classi di processo sopra menzionate si prestano, tuttavia, ad essere rappresentate, modellate e simulate, ed infine gestite e controllate, utilizzando strumenti metodologici largamente invarianti rispetto al particolare dominio applicativo considerato. Su tale approccio unificante si sviluppano sia campi di competenze di natura metodologica generale, sia quelli orientati allo studio ed al trattamento di problematiche di interesse e di impegno del settore con più rilevanti contenuti di carattere tecnologico.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b>  Fornire allo studente la preparazione teorico/pratica per l'analisi ed il controllo di sistemi lineari multivariabili.</p>	
<p><b>Propedeuticità in ingresso:</b> N/A</p> <p><b>Propedeuticità in uscita:</b> N/A</p>	
<p><b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> Prova scritta e orale</p>	

<b>Insegnamento:</b> <b>COMPLEMENTI DI MECCANICA</b>	
<b>SSD: ING-IND/13</b>	<b>CFU: 9</b>
<b>Anno di corso: I</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: B</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b></p> <p>Il settore comprende gli aspetti culturali e professionali inerenti lo studio dei sistemi meccanici mediante le metodologie proprie della meccanica teorica. La tipologia delle macchine studiate è del tutto generale; viene, peraltro, fatto ampio riferimento alle macchine motrici ed operatrici, ai dispositivi meccanici, alle macchine automatiche e ai robot, ai veicoli ed ai sistemi biomeccanici. Sono, in particolare, studiate sia l'analisi sia la sintesi del comportamento meccanico delle macchine e dei sistemi sopra indicati. L'analisi si articola nella modellazione, simulazione, regolazione e controllo delle stesse; la sintesi è finalizzata alla loro progettazione funzionale. Particolare enfasi è rivolta allo studio dei fenomeni vibratorii e tribologici delle macchine.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>Fornire allo studente nozioni su alcuni fenomeni meccanici che si possono verificare negli organi di macchine e le nozioni fondamentali per la progettazione di organi meccanici e tecniche di monitoraggio e diagnostica durante il loro funzionamento. Sono, inoltre, trattati elementi di base della meccanica dei Robot.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova scritta e orale</b>	

<b>Insegnamento:</b> Computer Systems Design	
<b>SSD:</b> ING-INF/05	<b>CFU:</b> 9
<b>Anno di corso:</b> II	<b>Tipologia di Attività Formativa:</b> D
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b></p> <p>Il settore è caratterizzato dall'insieme di ambiti scientifici e di competenze scientifico-disciplinari relativi al progetto ed alla realizzazione dei sistemi di elaborazione dell'informazione, nonché alla loro gestione ed utilizzazione nei vari contesti applicativi con metodologie e tecniche proprie dell'ingegneria. Rientrano in questo ambito i fondamenti teorici, i metodi e le tecnologie atti a produrre progetti tecnicamente validi, dal punto di vista sia dell'adeguatezza delle soluzioni proposte sia della possibilità di realizzazione tecnica sia della convenienza economica sia dell'efficacia organizzativa. Tali fondamenti, metodi e tecnologie spaziano su tutti gli aspetti relativi ad un sistema di elaborazione, da quelli hardware a quelli software. Rientrano, inoltre, nell'ambito di questo settore le competenze relative al progetto ed alla realizzazione delle varie applicazioni dei sistemi di elaborazione, quali, ad esempio, le applicazioni telematiche industriali.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b> Il corso si pone l'obiettivo di fornire gli elementi metodologici, progettuali e tecnologici per la realizzazione di sistemi di elaborazione con riferimento alle architetture pipelined, multi-computer, multi-processore, multi-core e multi-threading. Il corso affronta inoltre il funzionamento e dimensionamento dei sistemi di memoria gerarchici, il progetto e la programmazione delle unità di I/O (parallele, seriali, DMA e PIC) con i relativi protocolli di comunicazione, e le problematiche di implementazione dei meccanismi di base per la virtualizzazione delle risorse hardware (meccanismi di gestione dei processi, macchine virtuali e hypervisor). Il corso presenta, infine, le principali tecniche per la realizzazione di sistemi pervasivi, autonomici, IoT e di edge computing, nonché le architetture cloud.</p> <p>La parte applicativa del corso è dedicata al progetto di driver di I/O e allo sviluppo di sistemi operanti in ambito industriale. Le attività vengono svolte con riferimento ad applicazioni sviluppate e valutate sperimentalmente mediante architetture che prevedono l'impiego di nodi di elaborazione dotati di processori RISC e di diversi dispositivi di I/O opportunamente configurabili.</p> <p>Con riferimento agli aspetti tecnologici, sono illustrate le architetture di sistemi commerciali per l'implementazione di applicazioni industriali basate su System on Chip o su nodi di elaborazione ottenuti per integrazione di componenti configurabili.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso:</b> N/A	
<b>Propedeuticità in uscita:</b> N/A	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> Prova scritta consistente in esercizi di progetto di sistemi basati su dispositivi di I/O e prova orale. Discussione di esercizi implementati su schede di sviluppo.	

<b>Insegnamento: Computer vision</b>	
<b>SSD: INF/01</b>	<b>CFU: 6</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>
<b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b>	
<p>Interessa la progettazione, produzione e utilizzazione di sistemi informatici per l'innovazione nella società. Particolare attenzione è rivolta al metodo, basato su modellizzazione, formalizzazione e verifica sperimentale. Comprende, accanto a tutti gli aspetti di base e generali, i fondamenti algoritmici (progettazione e analisi degli algoritmi, computabilità e complessità), logici, semantici e metodologici dell'informatica, ivi inclusi i modelli computazionali classici; le competenze sistemistiche necessarie a modellare e progettare sistemi informativi. Comprende gli ambiti applicativi e sperimentali relativi agli usi innovativi dell'informatica, quali l'elaborazione di immagini e suoni, il riconoscimento e la visione artificiale, le reti neurali, l'intelligenza artificiale, la simulazione computazionale, la grafica computazionale, l'interazione utente-elaboratore e i sistemi multimediali. Le competenze di questo settore riguardano le metodologie e gli strumenti dell'informatica che forniscono la base concettuale e tecnologica per la varietà di applicazioni richieste nella Società dell'Informazione per l'organizzazione, la gestione e l'accesso a informazioni e conoscenze da parte di singoli e di organizzazioni e imprese private e pubbliche; riguardano inoltre tutti gli aspetti istituzionali dell'informatica di base.</p>	
<b>Obiettivi formativi:</b>	
<p>Il corso si propone di presentare allo studente le principali problematiche e metodi per l'elaborazione e l'interpretazione delle immagini digitali, nonché di fornire una descrizione operativa di alcuni dei modelli computazionali più significativi della visione 2D e 3D. Alla fine del corso, lo studente sarà in grado di progettare, implementare e applicare algoritmi di immagine a un problema reale.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame: Solo orale</b>	

<b>Insegnamento:</b> CONTROL ARCHITECTURES FOR AUTONOMOUS DRIVING	
<b>SSD:</b> ING-INF/04	<b>CFU:</b> 6 + 6
<b>Anno di corso:</b> II	<b>Tipologia di Attività Formativa:</b> D
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b></p> <p>Il settore studia i metodi e le tecnologie per il trattamento dell'informazione (dati e segnali) finalizzato all'automazione (ossia alla pianificazione, alla gestione ed al controllo, effettuati in maniera automatica) degli impianti, dei processi e dei sistemi dinamici in genere. Con tali termini possono intendersi, ad esempio, i processi industriali di produzione (sia continua sia manifatturiera), le macchine operatrici automatiche (inclusi i sistemi robotizzati), i sistemi di trasporto, i sistemi per la produzione energetica, i sistemi avionici, nonché i sistemi di natura ambientale. Nonostante le differenze di carattere fisico-strutturale esistenti fra tali tipologie di sistemi, le varie classi di processo sopra menzionate si prestano, tuttavia, ad essere rappresentate, modellate e simulate, ed infine gestite e controllate, utilizzando strumenti metodologici largamente invarianti rispetto al particolare dominio applicativo considerato. Su tale approccio unificante si sviluppano sia campi di competenze di natura metodologica generale, sia quelli orientati allo studio ed al trattamento di problematiche di interesse e di impegno del settore con più rilevanti contenuti di carattere tecnologico.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• To develop the skills required to design the current and next generation of control architectures for smart and autonomous vehicles.</li> <li>• To develop the skills needed for designing, developing and testing control systems for autonomous vehicles in the automotive and railway market.</li> <li>• To develop the skills needed for designing, developing and testing unmanned aerial, ground and underwater drones/robots interacting with the environment and humans.</li> </ul>	
<b>Propedeuticità in ingresso:</b> N/A	
<b>Propedeuticità in uscita:</b> N/A	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> scritto e orale	

<b>Insegnamento:</b> <b>CONTROL LAB</b>	
<b>SSD: ING-INF/04</b>	<b>CFU: 6</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: B</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso :</b></p> <p>Il settore studia i metodi e le tecnologie per il trattamento dell'informazione (dati e segnali) finalizzato all'automazione (ossia alla pianificazione, alla gestione ed al controllo, effettuati in maniera automatica) degli impianti, dei processi e dei sistemi dinamici in genere. Con tali termini possono intendersi, ad esempio, i processi industriali di produzione (sia continua sia manifatturiera), le macchine operatrici automatiche (inclusi i sistemi robotizzati), i sistemi di trasporto, i sistemi per la produzione energetica, i sistemi avionici, nonché i sistemi di natura ambientale. Nonostante le differenze di carattere fisico-strutturale esistenti fra tali tipologie di sistemi, le varie classi di processo sopra menzionate si prestano, tuttavia, ad essere rappresentate, modellate e simulate, ed infine gestite e controllate, utilizzando strumenti metodologici largamente invarianti rispetto al particolare dominio applicativo considerato. Su tale approccio unificante si sviluppano sia campi di competenze di natura metodologica generale, sia quelli orientati allo studio ed al trattamento di problematiche di interesse e di impegno del settore con più rilevanti contenuti di carattere tecnologico.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>Obiettivo principale del corso è fornire allo studente l'opportunità di fare esperienza di risoluzione di problemi pratici di modellazione, identificazione e controllo utilizzando le nozioni teoriche acquisite in corsi precedenti, per un insieme di applicazioni basate su sistemi elettromeccanici. L'apprendimento avverrà attraverso l'inserimento in gruppi di lavoro per la progettazione ed implementazione su PC e/o su schede a microcontrollore di leggi di controllo model-based per ognuno dei set-up presenti nel laboratorio.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso:</b> N/A	
<b>Propedeuticità in uscita:</b> N/A	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> Prova orale	

<b>Insegnamento:</b> <b>DINAMICA E CONTROLLO DEI VELIVOLI</b>	
<b>SSD: ING-IND/03</b>	<b>CFU: 6</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso :</b></p> <p>Il settore studia il progetto aeromeccanico, la missione di volo, il controllo manuale e/o automatico, le qualità di volo di veicoli operanti in ambito atmosferico e spaziale. Queste tematiche rivestono un ruolo fondamentale ai fini della caratterizzazione della sicurezza e della gestione di un veicolo aerospaziale e della sua missione. Le competenze del settore riguardano il progetto preliminare, le prestazioni, la stabilità, il controllo, lo studio della traiettoria e le problematiche di interfaccia uomo/macchina della predetta classe di veicoli. Le metodologie di analisi e verifica, condotte attraverso modellizzazione, simulazione e sperimentazione, rivestono un ruolo fortemente unificante e qualificante nell'ambito delle predette tematiche.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>Il corso ha come primo obiettivo quello di fornire agli allievi le conoscenze metodologiche necessarie per l'analisi della risposta dinamica di un velivolo ad ala fissa, con o senza pilota a bordo, a una qualsiasi causa perturbatrice a partire da una condizione iniziale di equilibrio. Il corso fornisce gli elementi di base della meccanica del volo e successivamente affronta il problema della risposta dinamica del velivolo nello spazio di stato.</p> <p>La seconda parte del corso fornisce allo studente gli elementi per la progettazione di algoritmi di incremento artificiale della stabilità, di incremento della controllabilità e di autopiloti. I problemi di controllo sono affrontati con riferimento ad esempi applicativi e mediante l'uso di tecniche di controllo sia classico che moderno. In quest'ambito sono altresì fornite le conoscenze preliminari per affrontare un problema di guida e navigazione.</p> <p>I contenuti teorici sono integrati da simulazioni numeriche della dinamica del velivolo ciclo aperto e a ciclo chiuso che mettono lo studente in condizione di applicare i concetti studiati a problemi realistici.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale</b>	

<b>Insegnamento:</b> <b>DISTRIBUTED ALGORITHMS AND CYBER-PHYSICAL SYSTEMS DESIGN</b>	
<b>SSD: ING-INF/04</b>	<b>CFU: 6</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso :</b></p> <p>Il settore studia i metodi e le tecnologie per il trattamento dell'informazione (dati e segnali) finalizzato all'automazione (ossia alla pianificazione, alla gestione ed al controllo, effettuati in maniera automatica) degli impianti, dei processi e dei sistemi dinamici in genere. Con tali termini possono intendersi, ad esempio, i processi industriali di produzione (sia continua sia manifatturiera), le macchine operatrici automatiche (inclusi i sistemi robotizzati), i sistemi di trasporto, i sistemi per la produzione energetica, i sistemi avionici, nonché i sistemi di natura ambientale. Nonostante le differenze di carattere fisico-strutturale esistenti fra tali tipologie di sistemi, le varie classi di processo sopra menzionate si prestano, tuttavia, ad essere rappresentate, modellate e simulate, ed infine gestite e controllate, utilizzando strumenti metodologici largamente invarianti rispetto al particolare dominio applicativo considerato. Su tale approccio unificante si sviluppano sia campi di competenze di natura metodologica generale, sia quelli orientati allo studio ed al trattamento di problematiche di interesse e di impegno del settore con più rilevanti contenuti di carattere tecnologico.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>Il corso intende fornire le competenze per l'analisi, la progettazione e il dimensionamento dei "sistemi di controllo su rete" (Networked Control Systems-NCSs) e dei "sistemi cyber-fisici" (Cyber-Physical Systems-CPSs) impiegati per il monitoraggio e il controllo dei processi distribuiti su rete. Sono inoltre approfondite le tecniche di sintesi di algoritmi distribuiti, resilienti e fault-tolerant per la stima, il controllo e l'ottimizzazione su rete, applicabili in ambito industriale (Smart Factory - Industria 4.0, sistemi di elaborazione distribuita, Internet of Things) e civile/sociale (Smart City, reti e infrastrutture di comunicazione). Le metodologie introdotte saranno infine illustrate attraverso la progettazione integrata SW/HW di rappresentativi sistemi cyber-fisici.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale</b>	

<b>Insegnamento:</b> Distributed Systems and IoT	<b>Lingua di erogazione dell'insegnamento:</b> Inglese
<b>SSD:</b> ING-INF/05	<b>CFU:</b> 6
<b>Anno di corso:</b> I o II	<b>Tipologia di Attività Formativa:</b> D
<b>Modalità di svolgimento:</b> In presenza	
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b>  Rientrano in questo ambito i fondamenti teorici, i metodi e le tecnologie atti a produrre progetti tecnicamente validi, dal punto di vista sia dell'adeguatezza delle soluzioni proposte sia della possibilità di realizzazione tecnica sia della convenienza economica sia dell'efficacia organizzativa. Tali fondamenti, metodi e tecnologie spaziano su tutti gli aspetti relativi ad un sistema di elaborazione, da quelli hardware a quelli software, dai sistemi operativi alle reti di elaboratori, ai sistemi informativi, all'ingegneria del software. Rientrano, inoltre, nell'ambito di questo settore le competenze relative al progetto ed alla realizzazione degli impianti informatici e delle varie applicazioni dei sistemi di elaborazione.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b> Obiettivo dell'insegnamento è di fornire la conoscenza degli algoritmi avanzati che risolvono problemi classici nell'ingegnerizzazione dei sistemi software e dei sistemi embedded distribuiti (sincronizzazione dei clock, consenso; stato globale; comunicazioni di gruppo; mutua esclusione; elezioni; transazioni; tolleranza ai guasti; consistenza dei dati), nonché quelli adoperati nei sistemi peer-to-peer, nei sistemi IoT e nei sistemi basati sulla tecnologia blockchain.</p>	
<p><b>Propedeuticità in ingresso:</b></p> <p><b>Propedeuticità in uscita:</b></p>	
<p><b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b>  Prova orale</p>	

<b>Insegnamento:</b> <b>Elaborazione di Segnali Multimediali</b>	
<b>SSD: ING-INF/03</b>	<b>CFU:9</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>
<b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso :</b> Progettazione e realizzazione software di sistemi per il trattamento di segnali multidimensionali a scopo di filtraggio, riduzione di ridondanza, sintesi, estrazione di elementi informativi; riconoscimento di forme per l'interpretazione semantica del contenuto informativo di segnali ed immagini.	
<b>Obiettivi formativi:</b> Acquisire gli strumenti concettuali e matematici di base per l'elaborazione di immagini digitali e di sequenze video. Saper applicare tali concetti allo sviluppo di algoritmi per l'elaborazione di segnali multimediali.	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame: scritta (progetto/prova al calcolatore) e orale</b>	

<b>Insegnamento:</b> Electric and hybrid vehicles	
<b>SSD:</b> ING-IND/32	<b>CFU:</b> 6
<b>Anno di corso:</b> II	<b>Tipologia di Attività Formativa:</b> D
<b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b>	
<p>Il settore studia macchine elettriche, componenti elettronici di potenza e convertitori, azionamenti elettrici, tecnologie elettriche ed elettroniche, affrontando problemi di base ed applicativi della conversione dell'energia, allo scopo di renderla disponibile nella forma, nella misura e nella qualità necessarie per le diverse applicazioni industriali e nei trasporti, partendo da fonti energetiche tradizionali e rinnovabili. Oltre alle tradizionali metodologie elettriche, gli studi coinvolgono anche quelle dell'elettronica di potenza, del controllo, dei sistemi e processi di automazione e della mecatronica e si estendono anche alla gestione dei processi di conversione nei trasporti e all'energetica elettrica.</p>	
<b>Obiettivi formativi:</b>	
<p>L'obiettivo è rendere lo studente in grado di impostare e risolvere problemi di progettazione e controllo di un gruppo propulsore elettrico o ibrido e la gestione energetica delle sorgenti di bordo.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso:</b> Nessuna	
<b>Propedeuticità in uscita:</b> Nessuna	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> Orale	

<b>Insegnamento: Embedded Systems</b>	
<b>SSD:</b> ING-INF/05	<b>CFU:</b> 6
<b>Anno di corso:</b> II	<b>Tipologia di Attività Formativa:</b> D
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso :</b>  Rientrano in questo ambito i fondamenti teorici, i metodi e le tecnologie atti a produrre progetti tecnicamente validi, dal punto di vista sia dell'adeguatezza delle soluzioni proposte sia della possibilità di realizzazione tecnica sia della convenienza economica sia dell'efficacia organizzativa. Tali fondamenti, metodi e tecnologie spaziano su tutti gli aspetti relativi ad un sistema di elaborazione, da quelli hardware a quelli software, dai sistemi operativi ai linguaggi di programmazione, dall'elaborazione multimediale alla robotica. Rientrano, inoltre, nell'ambito di questo settore le competenze relative al progetto ed alla realizzazione degli impianti informatici e delle varie applicazioni dei sistemi di elaborazione, quali, ad esempio, le applicazioni industriali.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b> Il corso fornisce le conoscenze metodologiche e tecnologiche per l'analisi e la sintesi dei moderni "sistemi embedded", e cioè quei sistemi informatici speciali e generali progettati per essere integrati in prodotti utilizzati in ambito industriale (avionica, meccanica, trasporti, chimica, ecc) e di largo consumo (telefonia, intrattenimento, elaborazione multimediale, etc.), vincolati, spesso, anche a soddisfare taluni requisiti di tipo real-time e prestazionali, oltre che requisiti su consumi, ingombro, affidabilità e sicurezza. Lo studente è avviato alla progettazione di sistemi embedded basati su architetture di tipo SoC (System on Chip), MPSoC (Multi Processor on Single Chip) e speciali (DSP, hardware dedicato) realizzate anche con tecnologie FPGA. Per la progettazione si fa ricorso a metodologie di sviluppo e ad ambienti IDE ampiamente impiegati nell'industria. Il corso include un'ampia parte esercitativa sviluppata utilizzando ambienti IDE industriali (composti da compilatori di linguaggi HDL - VHDL, VERILOG e System-C, debugger, simulatori e da strumenti per il mapping tecnologico) e lo sviluppo di un complesso progetto d'aula, per la realizzazione di un completo sistema embedded, organizzato in sottosistemi, ciascuno assegnato a un gruppo di lavoro. Il corso fa ampio riferimento agli argomenti già trattati nei corsi di Fondamenti di Informatica, Calcolatori Elettronici, Sistemi Operativi e Architettura dei Sistemi Digitali.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso:</b> N/A	
<b>Propedeuticità in uscita:</b> N/A	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> prova orale	

<b>Insegnamento:</b> <b>FOUNDATIONS OF ROBOTICS</b>	
<b>SSD: ING-INF/04</b>	<b>CFU: 9</b>
<b>Anno di corso: I</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: B</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso :</b></p> <p>Il settore studia i metodi e le tecnologie per il trattamento dell'informazione (dati e segnali) finalizzato all'automazione (ossia alla pianificazione, alla gestione ed al controllo, effettuati in maniera automatica) degli impianti, dei processi e dei sistemi dinamici in genere. Con tali termini possono intendersi, ad esempio, i processi industriali di produzione (sia continua sia manifatturiera), le macchine operatrici automatiche (inclusi i sistemi robotizzati), i sistemi di trasporto, i sistemi per la produzione energetica, i sistemi avionici, nonché i sistemi di natura ambientale. Nonostante le differenze di carattere fisico-strutturale esistenti fra tali tipologie di sistemi, le varie classi di processo sopra menzionate si prestano, tuttavia, ad essere rappresentate, modellate e simulate, ed infine gestite e controllate, utilizzando strumenti metodologici largamente invarianti rispetto al particolare dominio applicativo considerato. Su tale approccio unificante si sviluppano sia campi di competenze di natura metodologica generale, sia quelli orientati allo studio ed al trattamento di problematiche di interesse e di impegno del settore con più rilevanti contenuti di carattere tecnologico.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>Il corso di Fondamenti di robotica si propone di fornire le competenze di base per la modellistica, la pianificazione e il controllo del moto dei robot.</p>	
<p><b>Propedeuticità in ingresso:</b> N/A</p> <p><b>Propedeuticità in uscita:</b> N/A</p>	
<p><b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> Preparazione di un elaborato e prova orale</p>	

<b>Insegnamento: Human-robot interaction</b>	
<b>SSD: INF/01</b>	<b>CFU: 6</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b></p> <p>Particolare attenzione è rivolta al metodo, basato su modellizzazione, formalizzazione e verifica sperimentale. Comprende, accanto a tutti gli aspetti di base e generali, i fondamenti algoritmici (progettazione e analisi degli algoritmi, computabilità e complessità), logici, semantici e metodologici dell'informatica, ivi inclusi i modelli computazionali classici. Infine, comprende gli ambiti applicativi e sperimentali relativi agli usi innovativi dell'informatica, quali l'elaborazione di immagini e suoni, il riconoscimento e la visione artificiale, le reti neurali, l'intelligenza artificiale e il soft computing, la simulazione computazionale, la grafica computazionale, l'interazione utente-elaboratore e i sistemi multimediali. Le competenze di questo settore riguardano le metodologie e gli strumenti dell'informatica che forniscono la base concettuale e tecnologica per la varietà di applicazioni richieste nella Società dell'Informazione per l'organizzazione, la gestione e l'accesso a informazioni e conoscenze da parte di singoli e di organizzazioni e imprese private e pubbliche; riguardano inoltre tutti gli aspetti istituzionali dell'informatica di base.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>L'utilizzo di Robot si sta diffondendo dalle industrie ai domini civili quali case, uffici, scuole e ospedali. Come deve essere progettato un sistema robotico destinato all'interazione con l'utente in tali domini? L'obiettivo di questo corso è quello di porre enfasi sulla progettazione dell'Interazione Uomo-Robot (Human-Robot Interaction - HRI), applicata sia a robot mobili che a umanoidi. In particolare, i metodi informatici e sperimentali dell'HRI saranno alla base dei concetti che gli studenti andranno ad apprendere. Parte consistente di questo corso prevedrà l'implementazione di tali concetti su piattaforme robotiche reali, per cui gli studenti dovranno progettare, implementare e testare un sistema robotico in grado di interagire con l'essere umano.</p> <p>Obiettivi del corso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prendere confidenza con le principali tecniche di percezione artificiale usate in HRI</li> <li>• Implementare un sistema di interazione uomo-robot</li> <li>• Pianificare e svolgere uno studio orientato all'utente</li> <li>• Analizzare i risultati di uno studio</li> </ul>	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame: Progetto</b>	

<b>Insegnamento:</b> <b>IDENTIFICAZIONE E CONTROLLO OTTIMO</b>	
<b>SSD: ING-INF/04</b>	<b>CFU: 6</b>
<b>Anno di corso: I</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: B</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b>  Il settore studia i metodi e le tecnologie per il trattamento dell'informazione (dati e segnali) finalizzato all'automazione (ossia alla pianificazione, alla gestione ed al controllo, effettuati in maniera automatica) degli impianti, dei processi e dei sistemi dinamici in genere. Con tali termini possono intendersi, ad esempio, i processi industriali di produzione (sia continua sia manifatturiera), le macchine operatrici automatiche (inclusi i sistemi robotizzati), i sistemi di trasporto, i sistemi per la produzione energetica, i sistemi avionici, nonché i sistemi di natura ambientale. Nonostante le differenze di carattere fisico-strutturale esistenti fra tali tipologie di sistemi, le varie classi di processo sopra menzionate si prestano, tuttavia, ad essere rappresentate, modellate e simulate, ed infine gestite e controllate, utilizzando strumenti metodologici largamente invarianti rispetto al particolare dominio applicativo considerato. Su tale approccio unificante si sviluppano sia campi di competenze di natura metodologica generale, sia quelli orientati allo studio ed al trattamento di problematiche di interesse e di impegno del settore con più rilevanti contenuti di carattere tecnologico.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b>  Fornire allo studente la preparazione teorico-pratica per l'utilizzo delle tecniche di ottimizzazione e di identificazione nella sintesi di un sistema di controllo per diverse tipologie di processi, con particolare enfasi ai temi di stima e controllo in ambiente incerto.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova scritta e orale</b>	

<b>Insegnamento:</b> <b>Image processing for Computer Vision</b>	
<b>SSD: ING-INF/03</b>	<b>CFU:9</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>
<b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso :</b> <p>Il settore studia la pianificazione, la progettazione, la realizzazione (hardware e software) e l'esercizio di apparati, sistemi e infrastrutture per applicazioni finalizzate al trasferimento di segnali via cavo (rame o fibra), via radio (terrestre o satellitare) o altri mezzi di propagazione, con l'impiego di tecnologie specifiche quali quelle ottiche e per comunicazioni mobili; al trattamento di segnali mono/multidimensionali a scopo di filtraggio, riduzione di ridondanza, sintesi, estrazione di elementi informativi; al riconoscimento di forme per l'interpretazione semantica del contenuto informativo di segnali ed immagini; all'interconnessione in rete per il trasporto dell'informazione e per l'utilizzazione di servizi interattivi/distributivi, nel quadro di applicazioni quali quelle telematiche; al telerilevamento per la localizzazione/identificazione di oggetti fissi/in movimento nel controllo del traffico aereo/marittimo/terrestre e nel monitoraggio ambientale. Sono inclusi aspetti di base (teoria dei fenomeni aleatori, dell'informazione, dei codici, dei segnali, del traffico, dei protocolli, etc.) e competenze sistemistico/tecnologiche indispensabili a una figura professionale che abbia le capacità tecniche ed organizzative per risolvere in modo economicamente conveniente i problemi di pertinenza e contribuire all'evoluzione scientifico-tecnologica del settore.</p>	
<b>Obiettivi formativi:</b> <p>La computer vision si occupa di estrarre informazioni da immagini e video mediante calcolatore, e trova applicazione in numerosi domini: biomedica, robotica, comunicazioni, automotive, sicurezza, logistica. Alla base della computer vision ci sono le tecniche di elaborazione di immagini e video, che si combinano sinergicamente con tecniche di ottimizzazione, addestramento, ottica, fotometria. Questo insegnamento ha l'obiettivo di consentire allo studente di: • formalizzare e modellare problemi di visione sia in termini teorici che pratici; • implementare algoritmi di visione standard con attenzione agli aspetti di elaborazione del segnale; implementare workflow per problemi di visione di complessità crescente mediante toolbox di visione.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso:</b> N/A	
<b>Propedeuticità in uscita:</b> N/A	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> prova orale	

<b>Insegnamento:</b> <b>Ingegneria del Suono</b>	
<b>SSD: ING-INF/03</b>	<b>CFU:6</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>
<b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b> progettazione e realizzazione hardware e software di sistemi per il trattamento di segnali monodimensionali a scopo di filtraggio, riduzione di ridondanza, sintesi, estrazione di elementi informativi.	
<b>Obiettivi formativi:</b> Conoscere le principali tecniche di elaborazione digitale del segnale audio. Saper dimensionare e gestire un sistema software/hardware per la produzione musicale assistita al computer. Saper utilizzare i principali dispositivi per la registrazione, la riproduzione, il mixing ed il mastering in un moderno studio di registrazione.	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame: progetto/prova al calcolatore e orale</b>	

<b>Insegnamento:</b> <b>Instrumentation and Measurements for Smart Industry</b>	
<b>SSD: ING-INF/07</b>	<b>CFU:9</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b></p> <p>Il settore si interessa dell'attività scientifica e didattico-formativa nel campo delle Misure Elettriche ed Elettroniche, Meccaniche e Termiche. Gli ambiti culturali propri del settore riuniscono l'insieme delle conoscenze e delle competenze necessarie alla definizione di metodi e procedure per la misurazione e alla progettazione, realizzazione, caratterizzazione, taratura e collaudo di sistemi di misura; oggetto della misurazione è qualsiasi tipo di fenomeno e grandezza di interesse per l'industria, l'uomo, l'ambiente e la società dell'informazione. Le metodologie proprie del settore riguardano la modellazione di metodi di misura, la caratterizzazione metrologica di componenti e sistemi per la misurazione nonché l'estrazione, l'interpretazione e la rappresentazione dell'informazione di misura. Il settore si caratterizza dal punto di vista teorico per una particolare attenzione alle problematiche dell'analisi dei dati sperimentali e della loro incertezza, dell'elaborazione di segnali ed immagini, delle teorie del campionamento, della quantizzazione e del progetto degli esperimenti, ma non è posta minore attenzione agli aspetti di maggiore interesse applicativo dal punto di vista ingegneristico, come, ad esempio, l'analisi di affidabilità e l'ingegneria della qualità. I campi di competenza riguardano sia l'oggetto della ricerca scientifica, e cioè le misurazioni e gli strumenti, sia i principali ambiti scientifici ed applicativi a cui tali oggetti sono destinati. La molteplicità e la specificità degli studi e delle applicazioni spaziano dalle misure nell'area dell'ingegneria dell'informazione e nell'area delle grandezze meccaniche e termiche a quelle rivolte al miglioramento della qualità, al benessere dell'uomo ed alla sicurezza, al monitoraggio, al controllo e alla diagnostica industriale ed ambientale, alla caratterizzazione e al collaudo di materiali, componenti e sistemi. Perciò, oltre a competenze di metrologia generale e di strumentazione specifica, sono necessarie quelle relative al funzionamento delle apparecchiature da collaudare, agli apparati da monitorare ed ai sistemi da controllare. Oltre agli aspetti di carattere generale sopra descritti il settore comprende l'attività scientifica e didattico-formativa a essa congrua. Tra i temi di ricerca più significativi si possono elencare: metrologia, metodi di misura, strumentazione di misura, sensori e sistemi di trasduzione, misure e metodi per la qualità e la gestione dei processi, misure per la caratterizzazione di componenti e sistemi, misure per la società dell'informazione, misure per l'industria, misure per l'uomo, l'ambiente e i beni culturali; ma anche la progettazione, realizzazione, caratterizzazione ed impiego di sensori di grandezze e di trasduttori con la gestione ed interpretazione dei risultati delle misurazioni, le reti di sensori, le misurazioni nei seguenti campi: sistemi meccanici e termici, automazione e domotica, trasporti, ambiente e beni culturali, avionica, strumentazione per la diagnosi, il benessere e la sicurezza dell'uomo, strumentazione spaziale.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>Apprendere nozioni specialistiche, in termini di metodologie e strumentazione di misura, finalizzate alla progettazione, implementazione e caratterizzazione metrologica di sistemi di telemonitoraggio basati su trasduttori di misura a microcontrollore e applicativi di centrale. Sono privilegiati gli aspetti applicativi di sviluppo di soft transducers e virtual sensors per la bioingegneria, dal punto di vista metrologico. Il corso comprende il progetto e lo sviluppo delle parti più critiche di un sistema reale.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso:</b> N/A	
<b>Propedeuticità in uscita:</b> N/A	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> prove orale e pratica, con discussione del progetto applicativo sviluppato durante il Corso.	

<b>Insegnamento: Intelligent robotics</b>	
<b>SSD: INF/01</b>	<b>CFU: 6</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b>  Particolare attenzione è rivolta al metodo, basato su modellizzazione, formalizzazione e verifica sperimentale. Comprende, accanto a tutti gli aspetti di base e generali, i fondamenti algoritmici (progettazione e analisi degli algoritmi, computabilità e complessità), logici, semantici e metodologici dell'informatica, ivi inclusi i modelli computazionali classici. Infine, comprende gli ambiti applicativi e sperimentali relativi agli usi innovativi dell'informatica, quali l'elaborazione di immagini e suoni, il riconoscimento e la visione artificiale, le reti neurali, l'intelligenza artificiale e il soft computing, la simulazione computazionale, la grafica computazionale, l'interazione utente-elaboratore e i sistemi multimediali. Le competenze di questo settore riguardano le metodologie e gli strumenti dell'informatica che forniscono la base concettuale e tecnologica per la varietà di applicazioni richieste nella Società dell'Informazione per l'organizzazione, la gestione e l'accesso a informazioni e conoscenze da parte di singoli e di organizzazioni e imprese private e pubbliche; riguardano inoltre tutti gli aspetti istituzionali dell'informatica di base.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b>  Il corso introduce gli studenti alle basi teoriche e alle metodologie necessarie per la progettazione di sistemi robotici autonomi/ cognitivi in grado di operare in ambienti non strutturati, dinamici ed interattivi. La prima parte del corso è focalizzata su concetti e metodi per la robotica mobile (localizzazione, mapping, navigazione, esplorazione, ecc.). La seconda parte è incentrata su architetture e metodi per la progettazione di sistemi robotici autonomi dotati di capacità cognitive (deliberazione, pianificazione, interazione, collaborazione, apprendimento, ecc.). Al termine del corso gli studenti avranno acquisito: conoscenza e comprensione delle problematiche e degli approcci proposti in letteratura; competenza nelle architetture, nei modelli, nei metodi e nelle tecniche necessari per la progettazione di sistemi robotici autonomi/cognitivi; competenza negli strumenti per lo sviluppo di robot autonomi.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova scritta; Progetto</b>	

<b>Insegnamento:</b> INTRODUZIONE AI CIRCUITI QUANTISTICI	
<b>SSD:</b> ING-IND/31	<b>CFU:</b> 9
<b>Anno di corso:</b> II	<b>Tipologia di Attività Formativa:</b> D
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b></p> <p>Il settore studia gli aspetti teorici e sperimentali dei due filoni complementari dei <b>campi elettromagnetici</b> e dei <b>circuiti</b> e lo <b>sviluppo delle relative applicazioni nei vari settori della ingegneria</b>. Nel primo filone si studiano problemi di campo elettromagnetico, ... . Nel secondo filone si studiano i <b>circuiti elettrici ed elettronici</b>, ..., ed i relativi modelli: lineari, non lineari e tempo-varianti, a <b>parametri concentrati e distribuiti</b>, ... . I due approcci complementari sono applicati all'analisi, alla sintesi, alla modellistica fisica e numerica ed alla progettazione automatica delle apparecchiature, dei dispositivi, ..., <b>alla superconduttività</b>, alla compatibilità elettromagnetica, ... .</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>I qubit sono gli elementi fondamentali dei circuiti quantistici. A differenza del bit classico che può assumere solo due stati, il qubit può trovarsi in una sovrapposizione coerente di due stati, una proprietà fondamentale della meccanica quantistica. I qubit possono essere realizzati utilizzando gli spin di atomi o molecole, o anche la polarizzazione dei fotoni. La tecnologia oggi più promettente si basa su circuiti elettrici a superconduttori con elementi lineari e giunzioni Josephson (IBM, D-Wave Systems, Rigetti, Google, Quantum Circuits - Yale, ...). L'obiettivo di questo corso è introdurre i circuiti elettrici quantistici a superconduttori.</p> <p>In un superconduttore i super-elettroni si trovano nello stesso stato quantistico coerente, quindi un superconduttore può manifestare un comportamento quantistico a livello macroscopico. Gli esperimenti hanno ampiamente dimostrato che lo stato quantistico di circuiti elettrici a superconduttori basati sulla giunzione Josephson può essere efficacemente sia controllato, sia letto. In particolare, è possibile progettare circuiti elettrici a superconduttori che si comportano come atomi artificiali. A differenza degli atomi reali, questi atomi artificiali hanno dimensioni macroscopiche, e quindi sono caratterizzati da momenti di dipolo elettrico o magnetico di elevata intensità. Ciò facilita il loro accoppiamento con altri circuiti elettrici a parametri concentrati e distribuiti a superconduttori, e consente di realizzare architetture per l'elaborazione quantistica dell'informazione.</p> <p>In questo corso partiamo dalle formulazioni lagrangiane e hamiltoniane dei circuiti elettrici classici, diamo il concetto di circuito elettrico quantistico a superconduttori e introduciamo progressivamente i qubit a superconduttori, le tecniche di controllo e di lettura.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso:</b> N/A	
<b>Propedeuticità in uscita:</b> N/A	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> Prova Orale - Seminario	

<b>Insegnamento: Machine Learning - Neural networks and deep learning</b>	
<b>SSD: INF/01</b>	<b>CFU: 6</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>
<b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b>	
<p>Particolare attenzione è rivolta al metodo, basato su modellizzazione, formalizzazione e verifica sperimentale. Comprende, accanto a tutti gli aspetti di base e generali, i fondamenti algoritmici (progettazione e analisi degli algoritmi, computabilità e complessità), logici, semantici e metodologici dell'informatica, ivi inclusi i modelli computazionali classici. Infine, comprende gli ambiti applicativi e sperimentali relativi agli usi innovativi dell'informatica, quali l'elaborazione di immagini e suoni, il riconoscimento e la visione artificiale, le reti neurali, l'intelligenza artificiale e il soft computing, la simulazione computazionale, la grafica computazionale, l'interazione utente-elaboratore e i sistemi multimediali. Le competenze di questo settore riguardano le metodologie e gli strumenti dell'informatica che forniscono la base concettuale e tecnologica per la varietà di applicazioni richieste nella Società dell'Informazione per l'organizzazione, la gestione e l'accesso a informazioni e conoscenze da parte di singoli e di organizzazioni e imprese private e pubbliche; riguardano inoltre tutti gli aspetti istituzionali dell'informatica di base.</p>	
<b>Obiettivi formativi:</b>	
<p>Obiettivo del corso è quello di introdurre gli studenti ai principali aspetti, sia teorici sia pratici, riguardanti la progettazione e l'addestramento di reti neurali artificiali sia feed-forward sia ricorrenti, focalizzando l'attenzione su alcuni task specifici come quello della classificazione delle immagini e del testo. Il corso, inoltre, fornisce una introduzione ai modelli di rete neurale profonda, come le reti convoluzionali, considerando alcune delle architetture che hanno avuto particolare successo. Il corso, per di più, vuole rendere gli studenti capaci di usare alcune delle principali librerie software disponibili per lo sviluppo e l'apprendimento delle reti neurali artificiali.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame: orale; sviluppo progetto</b>	

<b>Insegnamento: Machine Learning - Statistical Learning</b>	
<b>SSD: INF/01</b>	<b>CFU: 6</b>
<b>Anno di corso: I</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: B</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b></p> <p>Particolare attenzione è rivolta al metodo, basato su modellizzazione, formalizzazione e verifica sperimentale. Comprende, accanto a tutti gli aspetti di base e generali, i fondamenti algoritmici (progettazione e analisi degli algoritmi, computabilità e complessità), logici, semantici e metodologici dell'informatica, ivi inclusi i modelli computazionali classici. Infine, comprende gli ambiti applicativi e sperimentali relativi agli usi innovativi dell'informatica, quali l'elaborazione di immagini e suoni, il riconoscimento e la visione artificiale, le reti neurali, l'intelligenza artificiale e il soft computing, la simulazione computazionale, la grafica computazionale, l'interazione utente-elaboratore e i sistemi multimediali. Le competenze di questo settore riguardano le metodologie e gli strumenti dell'informatica che forniscono la base concettuale e tecnologica per la varietà di applicazioni richieste nella Società dell'Informazione per l'organizzazione, la gestione e l'accesso a informazioni e conoscenze da parte di singoli e di organizzazioni e imprese private e pubbliche; riguardano inoltre tutti gli aspetti istituzionali dell'informatica di base.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>Il corso mira a fornire agli studenti le competenze teoriche e computazionali necessarie per comprendere, progettare e attuare moderni approcci statistici di machine learning. Tali sistemi sono ampiamente adottati in diversi settori ed è importante essere in grado di formulare correttamente il problema e scegliere l'approccio più efficace per la situazione specifica.</p>	
<p><b>Propedeuticità in ingresso:</b> N/A</p> <p><b>Propedeuticità in uscita:</b> N/A</p>	
<p><b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> orale; scritto a risposta libera</p>	

<b>Insegnamento: Methods for artificial intelligence</b>	
<b>SSD: INF/01</b>	<b>CFU: 6</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b></p> <p>Particolare attenzione è rivolta al metodo, basato su modellizzazione, formalizzazione e verifica sperimentale. Comprende, accanto a tutti gli aspetti di base e generali, i fondamenti algoritmici (progettazione e analisi degli algoritmi, computabilità e complessità), logici, semantici e metodologici dell'informatica, ivi inclusi i modelli computazionali classici. Infine, comprende gli ambiti applicativi e sperimentali relativi agli usi innovativi dell'informatica, quali l'elaborazione di immagini e suoni, il riconoscimento e la visione artificiale, le reti neurali, l'intelligenza artificiale e il soft computing, la simulazione computazionale, la grafica computazionale, l'interazione utente-elaboratore e i sistemi multimediali. Le competenze di questo settore riguardano le metodologie e gli strumenti dell'informatica che forniscono la base concettuale e tecnologica per la varietà di applicazioni richieste nella Società dell'Informazione per l'organizzazione, la gestione e l'accesso a informazioni e conoscenze da parte di singoli e di organizzazioni e imprese private e pubbliche; riguardano inoltre tutti gli aspetti istituzionali dell'informatica di base.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>L'obiettivo di questo corso è di fornire agli studenti una conoscenza completa e approfondita dei principi e delle tecniche dell'intelligenza artificiale introducendo i problemi classici dell'IA, nonché i modelli e gli algoritmi utilizzati per affrontare questi problemi. Il programma del corso è diviso in tre parti. Nella prima saranno presentati algoritmi per la risoluzione di problemi di ricerca informata nello spazio degli stati, ricerca online ed in presenza di avversario, e problemi di soddisfacimento di vincoli. Nella seconda parte sarà analizzato il ragionamento e processo decisionale in caso di incertezza, discusso come rappresentare la conoscenza, inclusa la conoscenza incompleta e incerta del mondo reale; come ragionare logicamente con quella conoscenza usando le probabilità; come utilizzare questi modelli e metodi di ragionamento per decidere cosa fare. Nella terza parte saranno introdotte le problematiche relative a modelli distribuiti di decisione. In particolare, saranno presentati approcci di teoria dei giochi per la modellazione di processi di decisione nel caso di interazioni non cooperative e le possibili applicazioni di tali tecniche a problematiche concrete.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame: Scritta e orale</b>	

<b>Insegnamento:</b> <b>MODELLI E METODI DELLA RICERCA OPERATIVA</b>	
<b>SSD: MAT/09</b>	<b>CFU: 6</b>
<b>Anno di corso: I</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: C</b>
<b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b> La ricerca operativa studia i processi decisionali nei sistemi organizzati, nonché i modelli e i metodi per prevedere il comportamento di tali sistemi, in particolare quelli relativi alla crescita della loro complessità, per valutare le conseguenze di determinate decisioni e per individuare le decisioni che ottimizzano le loro prestazioni. Le metodologie di base comprendono la teoria e gli algoritmi di ottimizzazione, la teoria dei grafi e delle reti di flusso e la teoria e delle decisioni. I problemi oggetto di studio comprendono i sistemi di produzione, trasporto, distribuzione e supporto logistico di beni e servizi, la pianificazione, organizzazione e gestione di attività, progetti e sistemi, in tutte le diverse fasi che caratterizzano il processo decisionale: definizione del problema, sua formalizzazione matematica, formulazione di vincoli, obiettivi e alternative di azione, sviluppo di algoritmi di soluzione, valutazione, implementazione e certificazione delle procedure e delle soluzioni trovate.	
<b>Obiettivi formativi:</b> Obiettivo principale del corso è consolidare e ampliare le conoscenze modellistiche ed algoritmiche necessarie per analizzare sistemi complessi e ottimizzare il loro funzionamento, al fine di risolvere problemi reali in ambito industriale anche attraverso l'uso di ambienti software. Al termine del corso lo studente avrà acquisito gli strumenti necessari a formulare un problema decisionale mediante un modello di programmazione matematica con variabile intere e continue, e sarà in grado di individuare e/o sviluppare autonomamente il miglior metodo di soluzioni esatto o approssimato, in relazione alle caratteristiche e alla complessità del problema.	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova scritta ed orale</b>	

<b>Insegnamento:</b> <b>MODELLI NUMERICI PER I CAMPI</b>	
<b>SSD: ING-IND/31</b>	<b>CFU: 9</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: C</b>
<b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b> Il settore studia gli aspetti teorici e sperimentali e lo sviluppo delle relative applicazioni dei due filoni complementari dei campi elettromagnetici e dei circuiti elettrici ed elettronici nell'ingegneria civile, industriale e dell'informazione. Nel primo filone si studiano problemi di campo elettromagnetico .... I due approcci complementari sono applicati ... alla modellistica numerica e progettazione automatica delle apparecchiature, dei dispositivi e dei sistemi elettrici ....	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso ha l'obiettivo di illustrare agli allievi gli aspetti fondamentali della modellistica numerica d'interesse per un ingegnere elettrico e dell'Informazione, fornendo gli strumenti di base per la risoluzione con il calcolatore di problemi di campo. L'approccio seguito si propone di mediare tra il rigore richiesto da una corretta impostazione matematica e la necessità di condurre gli allievi a risolvere problemi applicativi più direttamente legati alla loro preparazione specifica. Il linguaggio di programmazione MATLAB® è utilizzato nel laboratorio numerico. Al termine del corso gli allievi saranno in possesso degli strumenti utili per la risoluzione di un problema di campo al calcolatore e di valutare criticamente le caratteristiche attese di una soluzione numerica di un problema di campo, quale anche quella ottenibile direttamente con codici commerciali.	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> Prova orale su argomenti del programma, nella quale è possibile discutere anche un elaborato basato su un'applicazione di interesse per l'allievo.	

<b>Insegnamento:</b> <b>MODELLISTICA E DINAMICA DEI CAMPI</b>	
<b>SSD: ING-INF/02</b>	<b>CFU: 9</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: C</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b></p> <p>Il settore trae la sua origine storica dallo studio delle onde elettromagnetiche attraverso le equazioni di Maxwell. Questo modello, tuttora assai moderno, offre continue opportunità di analisi deduttive e spunti formali, costituendo ampia base di lavoro per gli studiosi di teoria dell'elettromagnetismo. Gli sviluppi iniziali sono stati rivolti alle telecomunicazioni; da qui traggono origine gli studi sulla propagazione libera e guidata e sui metodi di progettazione delle antenne, veri assi portanti del settore, assieme all'analisi dei problemi di diffusione. I più recenti sviluppi degli studi della propagazione si sono indirizzati verso la caratterizzazione del canale per le comunicazioni mobili e verso i componenti e sistemi ottici. La progettazione dei circuiti passivi ad altissima frequenza si è sviluppata in parallelo, analizzando situazioni via via più complesse, con varietà di elementi, anche attivi: è l'area dei componenti e circuiti a microonde e ad onde millimetriche. Più recentemente si sono sviluppati i settori del telerilevamento, fondamentale per la diagnostica dell'ambiente, in particolare attraverso i moderni radar, e quello degli effetti biologici dei campi elettromagnetici, fondamentale per controllare che lo sviluppo dei sistemi via radio non costituisca danno per gli esseri viventi e per individuare applicazioni mediche. Si sono, inoltre, ampliati gli studi sui problemi di compatibilità elettromagnetica, cui si accompagnano le applicazioni industriali per il trattamento dei materiali e la realizzazione di sensori.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>Con principale riferimento all'elettromagnetismo e alla dinamica del continuo che descrive possibili mezzi materiali, l'insegnamento ha lo scopo di fornire i fondamenti fisico-matematici necessari alla comprensione delle proprietà dei campi quali modelli per la descrizione macroscopica dei fenomeni elettromagnetici, dei mezzi materiali e della loro interazione.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova orale</b>	

<b>Insegnamento:</b> <b>NONLINEAR DYNAMICS AND CONTROL</b>	
<b>SSD: ING-INF/04</b>	<b>CFU: 9</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: B</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b></p> <p>Il settore studia i metodi e le tecnologie per il trattamento dell'informazione (dati e segnali) finalizzato all'automazione (ossia alla pianificazione, alla gestione ed al controllo, effettuati in maniera automatica) degli impianti, dei processi e dei sistemi dinamici in genere. Con tali termini possono intendersi, ad esempio, i processi industriali di produzione (sia continua sia manifatturiera), le macchine operatrici automatiche (inclusi i sistemi robotizzati), i sistemi di trasporto, i sistemi per la produzione energetica, i sistemi avionici, nonché i sistemi di natura ambientale. Nonostante le differenze di carattere fisico-strutturale esistenti fra tali tipologie di sistemi, le varie classi di processo sopra menzionate si prestano, tuttavia, ad essere rappresentate, modellate e simulate, ed infine gestite e controllate, utilizzando strumenti metodologici largamente invarianti rispetto al particolare dominio applicativo considerato. Su tale approccio unificante si sviluppano sia campi di competenze di natura metodologica generale, sia quelli orientati allo studio ed al trattamento di problematiche di interesse e di impegno del settore con più rilevanti contenuti di carattere tecnologico.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>Il corso si propone di introdurre gli studenti ai fondamenti dell'analisi e del controllo dei sistemi non lineari e di illustrarne le applicazioni più rappresentative. Si introdurranno inoltre i problemi del controllo di sistemi nonlineari complessi e multiagente.</p>	
<p><b>Propedeuticità in ingresso:</b> N/A</p> <p><b>Propedeuticità in uscita:</b> N/A</p>	
<p><b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> Discussione di un elaborato e prova orale</p>	

<b>Insegnamento:</b> Nonlinear Systems	
<b>SSD:</b> ING/INF-04	<b>CFU:</b> 6
<b>Anno di corso:</b> II	<b>Tipologia di Attività Formativa:</b> D
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b> Il settore studia i metodi e le tecnologie per il trattamento dell'informazione (dati e segnali) finalizzato all'automazione (ossia alla pianificazione, alla gestione ed al controllo, effettuati in maniera automatica) degli impianti, dei processi e dei sistemi dinamici in genere. Con tali termini possono intendersi, ad esempio, i processi industriali di produzione (sia continua sia manifatturiera), le macchine operatrici automatiche (inclusi i sistemi robotizzati), i sistemi di trasporto, i sistemi per la produzione energetica, i sistemi avionici, nonché i sistemi di natura ambientale. Nonostante le differenze di carattere fisico-strutturale esistenti fra tali tipologie di sistemi, le varie classi di processo sopra menzionate si prestano, tuttavia, ad essere rappresentate, modellate e simulate, ed infine gestite e controllate, utilizzando strumenti metodologici largamente invarianti rispetto al particolare dominio applicativo considerato. Su tale approccio unificante si sviluppano sia campi di competenze di natura metodologica generale, sia quelli orientati allo studio ed al trattamento di problematiche di interesse e di impegno del settore con più rilevanti contenuti di carattere tecnologico.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b> Obiettivo dell'insegnamento è quello di fornire agli studenti le nozioni di base per lo studio matematico dei sistemi dinamici non lineari descritti da equazioni differenziali ordinarie e di illustrare la teoria mediante alcuni esempi rappresentativi dalle applicazioni ingegneristiche.</p>	
<p><b>Propedeuticità in ingresso:</b> N/A</p>	
<p><b>Propedeuticità in uscita:</b> N/A</p>	
<p><b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> Prova orale e discussione di elaborato progettuale</p>	

<b>Insegnamento:</b> Plasmi e fusione termonucleare	
<b>SSD:</b> ING-IND/31	<b>CFU:</b> 9
<b>Anno di corso:</b> II	<b>Tipologia di Attività Formativa:</b> D
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b>  Il settore studia gli aspetti teorici e sperimentali e lo sviluppo delle relative applicazioni dei due <b>filoni complementari dei campi elettromagnetici e dei circuiti</b> elettrici ed elettronici nell'ingegneria (...) I due approcci complementari sono applicati all'<b>analisi, sintesi, modellistica numerica e progettazione automatica</b> delle apparecchiature, dei dispositivi e dei sistemi elettrici, <b>all'ingegneria dei plasmi, alla fusione termonucleare (...)</b></p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b>  Si tratta di un corso specialistico focalizzato sugli elementi di base della fisica dei plasmi e sugli aspetti elettromagnetici delle macchine per la fusione controllata ed in particolare sul controllo di forma, posizione e corrente del plasma in un tokamak.</p>	
<p><b>Propedeuticità in ingresso:</b> N/A  <b>Propedeuticità in uscita:</b> N/A</p>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> Prova orale	

<b>Insegnamento:</b> <b>PROGETTO E SVILUPPO DI SISTEMI IN TEMPO REALE</b>	
<b>SSD: ING-INF/05</b>	<b>CFU: 9</b>
<b>Anno di corso: I</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: C</b>
<b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b> <p>Il settore è caratterizzato dall'insieme di ambiti scientifici e di competenze scientifico-disciplinari relativi al progetto ed alla realizzazione dei sistemi di elaborazione dell'informazione, nonché alla loro gestione ed utilizzazione nei vari contesti applicativi con metodologie e tecniche proprie dell'ingegneria. Rientrano in questo ambito i fondamenti teorici, i metodi e le tecnologie atti a produrre progetti tecnicamente validi, dal punto di vista sia dell'adeguatezza delle soluzioni proposte sia della possibilità di realizzazione tecnica sia della convenienza economica sia dell'efficacia organizzativa. Tali fondamenti, metodi e tecnologie spaziano su tutti gli aspetti relativi ad un sistema di elaborazione, da quelli hardware a quelli software, dai sistemi operativi alle reti di elaboratori, dai linguaggi di programmazione all'ingegneria del software. Rientrano, inoltre, nell'ambito di questo settore le competenze relative al progetto ed alla realizzazione degli impianti informatici e delle varie applicazioni dei sistemi di elaborazione, quali, ad esempio, le applicazioni telematiche industriali.</p>	
<b>Obiettivi formativi:</b> <p>Il corso fornisce le conoscenze di base sui sistemi in tempo reale, sulla schedulazione di task real-time, sulla gestione delle risorse, sulle reti di calcolatori e sui sistemi operativi adottati in ambito industriale. Fornisce inoltre le competenze necessarie alla progettazione, il dimensionamento e lo sviluppo di sistemi in tempo reale. Le esercitazioni consistono in applicazioni di programmazione concorrente con task real-time sviluppate in diversi ambienti (LINUX real-time - patch RTAI – FreeRTOS, ChibiOS) e progettazione OO disoftware real-time attraverso il profilo OMG MARTE.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame: Scritto ed Orale</b>	

<b>Insegnamento:</b> <b>PROTOTIPAZIONE VIRTUALE</b>	
<b>SSD: ING-IND/15</b>	<b>CFU: 9</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: C</b>
<b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b> <p>Il settore studia l'insieme dei metodi e degli strumenti atti a produrre un progetto tecnicamente valido, nell'ambito dell'ingegneria industriale. Si tratta, pertanto, della scelta ragionata ed innovativa delle soluzioni tecniche, che può essere perfezionata mediante l'impiego sistematico di metodi razionali per la concezione e l'ottimizzazione delle macchine; essa è, dunque, espressione fondamentale della creatività tecnica. Questa oggi si attua con l'ausilio intensivo di strumenti informatici; pertanto, sono studiati i concetti che presiedono all'impiego di tali mezzi nella progettazione industriale. Allo studio morfologico, funzionale ed estetico delle soluzioni costruttive si accompagna lo sviluppo dei metodi di rappresentazione, che riguardano anche la simulazione del funzionamento ed i prototipi virtuali. I fondamenti ed i metodi della progettazione ed i connessi strumenti di rappresentazione, modellazione e simulazione sono trattati in riferimento ai vari comparti industriali: aerospaziale, meccanico, navale ed impiantistico. La concezione delle architetture d'insieme, e delle eventuali interfacce uomo-macchina, comporta poi la scomposizione in componenti per la fabbricazione, fino al dettaglio degli elementi costruttivi e la scelta delle tolleranze, in rapporto ai requisiti di costo e funzionamento. Oltre ai modelli geometrici, inclusi quelli di pre-processo e di post-processo delle analisi numeriche e/o sperimentali e l'elaborazione dell'immagine, si utilizzano i metodi di gestione della documentazione di prodotto, di modellazione dei processi di sviluppo del prodotto, di interazione con modelli virtuali, di modellazione dei prodotti nel loro ciclo di vita, di sviluppo ed ingegnerizzazione dei prodotti industriali.</p>	
<b>Obiettivi formativi:</b> <p>Impostare e sviluppare i modelli 3D di assiemi meccanici. Leggere ed interpretare correttamente un disegno meccanico. Operare la scelta dei mezzi di comunicazione tecnica per la progettazione dei prodotti industriali.</p> <p>Rappresentare per esigenze costruttive particolari meccanici e per esigenze funzionali e di montaggio complessivi semplici. Realizzare in maniera interattiva disegni costruttivi e schemi di assemblaggio a partire dai modelli CAD tridimensionali. Assegnare e valutare caratteristiche e proprietà di sistemi meccanici in ambiente virtuale: forme, proporzioni, materiali, tolleranze. Riconoscere gli elementi normalizzati. Gestire protocolli di riferimento per lo scambio-dati. Simulare ed analizzare in ambiente virtuale il comportamento cinematico di sistemi meccanici. Eseguire analisi strutturali agli elementi finiti in ambiente virtuale su parti ed assiemi meccanici. Conoscere i sistemi di gestione dei dati del prodotto (PDM) e del ciclo di vita del prodotto (PLM).</p> <p>Impiegare le tecnologie di prototipazione virtuale e di Human modeling per l'analisi e la validazione di prodotti industriali.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame: Prova scritta e orale</b>	

<b>Insegnamento:</b> <b>Quantum information</b>	
<b>SSD: ING-INF/03</b>	<b>CFU:6</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b>  Il settore studia la pianificazione, la progettazione, la realizzazione (hardware e software) e l'esercizio di apparati, sistemi e infrastrutture per applicazioni finalizzate: al trasferimento di segnali via cavo (rame o fibra), via radio (terrestre o satellitare) o altri mezzi di propagazione, con l'impiego di tecnologie specifiche quali quelle ottiche e per comunicazioni mobili; (omissis) all'interconnessione in rete per il trasporto dell'informazione (omissis). Sono inclusi aspetti di base (teoria dei fenomeni aleatori, dell'informazione, dei codici, dei segnali, del traffico, dei protocolli, etc.) (omissis).</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b>  L'obiettivo del corso è fornire agli studenti una visione ampia dell'informazione e computazione quantistica da una prospettiva dell'ingegneria delle comunicazioni. Nello specifico, gli student familiarizzeranno con gli elementi di base della teoria dell'informazione quantistica, quali qubit, superposition, quantum measurement, no-cloning ed entanglement. Partendo da queste premesse, verranno discusse le principali applicazioni, incluse comunicazioni sicure – analizzando tecniche di Quantum Key Distribution (QKD) – e tecniche di comunicazione quantistica basate su entanglement – incluse superdense coding e quantum teleportation. In tali scenari di trasmissione di informazione classica e quantistica, si forniranno inoltre agli studenti gli strumenti per comprendere le peculiarità del rumore quantistico rispetto al rumore classico. Gli student acquisiranno anche la capacità di comprendere le ragioni per cui l'elaborazione dell'informazione quantistica può abilitare tecniche di machine learning e artificial intelligence caratterizzate da prestazioni superiori a quelle garantite da approcci classici.  Gli studenti avranno l'opportunità di eseguire semplici esperimenti su un vero computer quantistico tramite la piattaforma IBM Q-Experience.  Infine, il corso vuole fornire allo studente contenuti e linguaggio necessari per consentirgli di approfondire autonomamente le tematiche trattate nel corso, di seguire seminari di approfondimento.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso:</b> N/A	
<b>Propedeuticità in uscita:</b> N/A	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> Discussione di un elaborato progettuale	

<b>Insegnamento:</b> <b>ROBOTICA MEDICA</b>	
<b>SSD: ING-INF/06</b>	<b>CFU: 9</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: C</b>
<b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso :</b> Il settore nasce dall'integrazione organica delle metodologie e delle tecnologie proprie dell'ingegneria, principalmente dell'informazione, con le problematiche mediche e biologiche delle scienze della vita, dell'ingegneria clinica, del mondo del lavoro e dello sport. Le tecnologie includono la strumentazione biomedica e biotecnologica (diagnostica, terapeutica, riabilitativa: dai componenti elementari ai sistemi ospedalieri integrati); le protesi, i robot biomedici, i sistemi intelligenti artificiali; la telemedicina.	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso di Robotica Medica si pone l'obiettivo di fornire le nozioni e le basi di progettazione, realizzazione e controllo di sistemi robotici per applicazioni mediche (e.g., in chirurgia e riabilitazione). Oltre all'utilizzo di metodi per la modellazione e il controllo di sistemi robotici costituiti da catene cinematiche rigide, come alcuni robot manipolatori attualmente utilizzati in chirurgia e riabilitazione, saranno forniti metodi teorici per la modellazione e il controllo di sistemi che prevedono parti soffici integrate nella struttura o strutture completamente soffici, robot capaci di riconfigurarsi e adattarsi all'ambiente, nonché robot indossabili come protesi ed esoscheletri. Attraverso applicazioni pratiche delle conoscenze acquisite mediante l'utilizzo di simulatori per casi studio, saranno fornite conoscenze di base dei software più comuni usati per la programmazione di robot.	
<b>Propedeuticità in ingresso:</b> N/A	
<b>Propedeuticità in uscita:</b> N/A	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> Prova orale	

<b>Insegnamento:</b> <b>ROBOTICS LAB</b>	
<b>SSD: ING-INF/04</b>	<b>CFU: 6</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: B</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b></p> <p>Il settore studia i metodi e le tecnologie per il trattamento dell'informazione (dati e segnali) finalizzato all'automazione (ossia alla pianificazione, alla gestione ed al controllo, effettuati in maniera automatica) degli impianti, dei processi e dei sistemi dinamici in genere. Con tali termini possono intendersi, ad esempio, i processi industriali di produzione (sia continua sia manifatturiera), le macchine operatrici automatiche (inclusi i sistemi robotizzati), i sistemi di trasporto, i sistemi per la produzione energetica, i sistemi avionici, nonché i sistemi di natura ambientale. Nonostante le differenze di carattere fisico-strutturale esistenti fra tali tipologie di sistemi, le varie classi di processo sopra menzionate si prestano, tuttavia, ad essere rappresentate, modellate e simulate, ed infine gestite e controllate, utilizzando strumenti metodologici largamente invarianti rispetto al particolare dominio applicativo considerato. Su tale approccio unificante si sviluppano sia campi di competenze di natura metodologica generale, sia quelli orientati allo studio ed al trattamento di problematiche di interesse e di impegno del settore con più rilevanti contenuti di carattere tecnologico.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b></p> <p>IL corso di Laboratorio di robotica intende fornire gli strumenti fondamentali per la programmazione di sistemi robotici avanzati sia industriali sia mobili. I framework di programmazione robotica Robot Operating System (ROS e ROS2) verranno discussi durante il corso studiando algoritmi di percezione, navigazione e controllo. Il linguaggio di programmazione C++ verrà utilizzato per le esercitazioni.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame: Elaborato tecnico e prova orale</b>	

Insegnamento: Safety Critical Systems	Lingua di erogazione dell'insegnamento: Italiano
SSD: ING-INF/05	CFU: 3
Anno di corso: II	Tipologia di Attività Formativa: D
Modalità di svolgimento: In presenza	
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso :</b></p> <p>Il settore è caratterizzato dall'insieme di ambiti scientifici e di competenze scientifico-disciplinari relativi al progetto ed alla realizzazione dei sistemi di elaborazione dell'informazione, nonché alla loro gestione ed utilizzazione nei vari contesti applicativi con metodologie e tecniche proprie dell'ingegneria. Rientrano in questo ambito i fondamenti teorici, i metodi e le tecnologie atti a produrre progetti tecnicamente validi, in particolare dal punto di vista dell'adeguatezza delle soluzioni proposte. Tali fondamenti, metodi e tecnologie spaziano su tutti gli aspetti relativi ad un sistema di elaborazione, includendo sia gli aspetti hardware che software.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b> Obiettivo del corso è fornire agli studenti conoscenze relative ai principi, alle best practices, alle regolamentazioni e ai processi per la progettazione dei sistemi safety-critical, con particolare riferimento alla modellazione e all'analisi di tali sistemi e alle tecniche di verifica formale.</p> <p>Verranno illustrati il ruolo e l'importanza dei metodi formali nello sviluppo di sistemi safety-critical e verranno introdotti diversi strumenti formali utilizzati per la modellazione di sistemi e di proprietà. Infine verranno affrontati aspetti avanzati in particolare nell'ambito delle metodologie di modellazione di sistemi complessi.</p>	
<p><b>Propedeuticità in ingresso:</b></p> <p><b>Propedeuticità in uscita:</b></p>	
<p><b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b></p>	

<b>Insegnamento:</b> <b>SISTEMI RADAR</b>	
<b>SSD:</b> <b>ING-INF/03</b>	<b>CFU:</b> <b>9</b>
<b>Anno di corso:</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa:</b>
<b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b> progettazione, realizzazione (hardware e software) ed esercizio di apparati, sistemi e infrastrutture per applicazioni finalizzate al telerilevamento per la localizzazione/identificazione di oggetti fissi/in movimento nel controllo del traffico aereo/marittimo/terrestre e nel monitoraggio ambientale.	
<b>Obiettivi formativi:</b> Acquisire i principi di funzionamento dei vari sistemi radar. Saper effettuare il dimensionamento di un sistema radar e saperne analizzare le prestazioni. Conoscere le principali tecniche di elaborazione del segnale radar sia nel dominio del tempo sia in quello Doppler.	
<b>Propedeuticità in ingresso:</b>	
<b>Propedeuticità in uscita:</b>	
<b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b> Solo orale	

<b>Insegnamento: Social, ethical and psychological issues in Artificial Intelligence</b>	
<b>SSD: INF/01</b>	<b>CFU: 6</b>
<b>Anno di corso: II</b>	<b>Tipologia di Attività Formativa: D</b>
<p><b>Contenuti estratti dalla declaratoria del SSD coerenti con gli obiettivi formativi del corso:</b>  Comprendono gli aspetti di base e generali, logici, semantici e metodologici dell'informatica; gli ambiti applicativi e sperimentali relativi agli usi innovativi dell'informatica, con particolare riguardo all'intelligenza artificiale. Le competenze riguardano le metodologie e gli strumenti dell'informatica che forniscono la base concettuale e tecnologica per la varietà di applicazioni richieste nella Società dell'Informazione per l'organizzazione, la gestione e l'accesso a informazioni e conoscenze da parte di singoli e di organizzazioni e imprese private e pubbliche; riguardano inoltre tutti gli aspetti istituzionali dell'informatica di base.</p>	
<p><b>Obiettivi formativi:</b>  Lo studente acquisirà la capacità di identificare e analizzare problematiche sociali, etiche, legali ed economiche collegate allo sviluppo e all'uso responsabile delle tecnologie e dei sistemi IC, con particolare riferimento alle tecnologie e ai sistemi dell'intelligenza artificiale e della robotica. Lo studente acquisirà inoltre la capacità di applicare concetti, metodologie e tecniche di base dell'informatica allo studio scientifico dei processi di elaborazione dell'informazione dei sistemi biologici. Lo studente acquisirà infine conoscenze di base sulla storia dell'IA e consapevolezza delle principali svolte metodologiche nello sviluppo di questo e di altri ambiti disciplinari affini.</p>	
<b>Propedeuticità in ingresso: N/A</b>	
<b>Propedeuticità in uscita: N/A</b>	
<p><b>Modalità di svolgimento della prova di esame:</b>  Scritta (in itinere saggi brevi di 1000 parole circa e tesina finale di circa 15-30 pagine) e orale.</p>	