



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Control Engineering - Ingegneria Automatica (2024)

Il corso

Codice corso: 29933

Classe di laurea: LM-25

Durata: 2 anni

Lingua: ENG

Modalità di erogazione:

Dipartimento: INGEGNERIA INFORMATICA, AUTOMATICA E GESTIONALE "ANTONIO RUBERTI"

Presentazione

L'approccio metodologico all'analisi e al progetto dei sistemi complessi di controllo automatico e la capacità di realizzare implementazioni di tali sistemi che tengano conto della natura specifica dei diversi ambiti applicativi sono i due cardini della formazione in Control Engineering. Oltre alle conoscenze specifiche del settore dell'Automazione, costituiscono parti fondamentali dell'offerta formativa gli aspetti teorico-scientifici necessari a descrivere e a interpretare i problemi dell'ingegneria, lo sviluppo di capacità di ideazione, pianificazione, progettazione e gestione di sistemi, processi e servizi, lo sviluppo di capacità di sperimentazione e innovazione scientifica, la conoscenza e l'uso fluente della lingua inglese. Il percorso formativo è orientato alla fruibilità della laurea magistrale in ambito internazionale, fruibilità garantita dalla quantità e dalla qualità delle relazioni internazionali di ricerca facenti capo ai docenti, nonché dall'erogazione in lingua inglese. Il percorso formativo è inoltre orientato a mantenere una stretta connessione con il tessuto lavorativo, connessione garantita dal gran numero e prestigio dei progetti di ricerca ICT di cooperazione tra università e aziende nazionali e, soprattutto, internazionali in cui i docenti sono coinvolti.

Percorso formativo

Curriculum unico

1° anno

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
10612312 NONLINEAR SYSTEMS AND CONTROL	1°	12	ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi generali

Il corso presenta i metodi di base per studiare le proprietà geometriche dei sistemi di controllo a partire da modelli non lineari. I modelli ai quali si farà riferimento sono quelli caratterizzati da una struttura differenziale affine rispetto al controllo; modelli adatti a rappresentare una larga varietà di processi di interesse nelle applicazioni dell'ingegneria.

Obiettivi specifici

Conoscenza e comprensione:

Lo studente sarà in grado di comprendere i concetti fondamentali della teoria del controllo non lineare e geometrico.

Conoscerà principali strumenti matematici utilizzati nell'analisi e nella progettazione dei sistemi di controllo non lineare.

Saprà comprendere le proprietà geometriche dei sistemi dinamici non lineari e il loro impatto sulla progettazione del controllo.

Applicare conoscenza e comprensione:

Applicare i concetti presentati per risolvere diversi problemi di controllo (e.g., regolazione, asservimento di traiettorie, disaccoppiamento dei disturbi, non interazione) per sistemi dinamici, tenendo conto delle specifiche prestazioni richieste e delle limitazioni del sistema.

Utilizzare metodi avanzati di analisi dei sistemi non lineari per prevedere e comprendere il comportamento del sistema in una vasta gamma di condizioni operative.

Condurre esperimenti virtuali e simulazioni numeriche per valutare l'efficacia delle strategie di controllo proposte e confrontare le prestazioni con i sistemi lineari.

Capacità critiche e di giudizio:

Lo studente sarà in grado di valutare criticamente le limitazioni delle approssimazioni lineari nell'analisi e nel controllo dei sistemi non lineari e identificare situazioni in cui tali approssimazioni possono portare a risultati inaccurati o inadeguati.

Inoltre, saprà analizzare in modo critico i risultati delle simulazioni e dei test sperimentali per valutare l'efficacia delle strategie di controllo proposte e identificare possibili miglioramenti.

Infine, potrà valutare l'applicabilità delle soluzioni di controllo proposte in contesti ingegneristici reali, considerando vincoli di implementazione, costi e risorse disponibili.

Sarà, infine, in grado di leggere in maniera critica articoli scientifici.

Capacità comunicative:

Lo studente sarà in grado di comunicare in modo chiaro e efficace i concetti teorici e le metodologie di progettazione relative ai sistemi non lineari e al controllo, sia verbalmente che per iscritto.

Saprà presentare in modo chiaro e convincente i risultati delle analisi e delle simulazioni attraverso relazioni tecniche, presentazioni orali e documenti tecnici.

Potrà collaborare in modo efficace con altri studenti e professionisti nel contesto del progetto e dell'implementazione di soluzioni di controllo per sistemi non lineari, comunicando in modo chiaro e conciso le proprie idee e opinioni.

Capacità di apprendimento:

Le modalità di svolgimento del corso mirano a sviluppare la capacità di saper comprendere metodi diversi, eventualmente elaborarne di individuali, nella soluzione dei problemi di analisi e controllo allo studio.

Obiettivi formativi

Obiettivi generali

Il corso presenta i metodi di base per studiare le proprietà geometriche dei sistemi di controllo a partire da modelli non lineari. I modelli ai quali si farà riferimento sono quelli caratterizzati da una struttura differenziale affine rispetto al controllo; modelli adatti a rappresentare una larga varietà di processi di interesse nelle applicazioni dell'ingegneria.

Obiettivi specifici

Conoscenza e comprensione:

Lo studente sarà in grado di comprendere i concetti fondamentali della teoria del controllo non lineare e geometrico.

Conoscerà principali strumenti matematici utilizzati nell'analisi e nella progettazione dei sistemi di controllo non lineare.

Saprà comprendere le proprietà geometriche dei sistemi dinamici non lineari e il loro impatto sulla progettazione del controllo.

Applicare conoscenza e comprensione:

Applicare i concetti presentati per risolvere diversi problemi di controllo (e.g., regolazione, asservimento di traiettorie, disaccoppiamento dei disturbi, non interazione) per sistemi dinamici, tenendo conto delle specifiche prestazioni richieste e delle limitazioni del sistema.

Utilizzare metodi avanzati di analisi dei sistemi non lineari per prevedere e comprendere il comportamento del sistema in una vasta gamma di condizioni operative.

Condurre esperimenti virtuali e simulazioni numeriche per valutare l'efficacia delle strategie di controllo proposte e confrontare le prestazioni con i sistemi lineari.

Capacità critiche e di giudizio:

Lo studente sarà in grado di valutare criticamente le limitazioni delle approssimazioni lineari nell'analisi e nel controllo dei sistemi non lineari e identificare situazioni in cui tali approssimazioni possono portare a risultati inaccurati o inadeguati.

Inoltre, saprà analizzare in modo critico i risultati delle simulazioni e dei test sperimentali per valutare l'efficacia delle strategie di controllo proposte e identificare possibili miglioramenti.

Infine, potrà valutare l'applicabilità delle soluzioni di controllo proposte in contesti ingegneristici reali, considerando vincoli di implementazione, costi e risorse disponibili.

Sarà, infine, in grado di leggere in maniera critica articoli scientifici.

Capacità comunicative:

Lo studente sarà in grado di comunicare in modo chiaro e efficace i concetti teorici e le metodologie di progettazione relative ai sistemi non lineari e al controllo, sia verbalmente che per iscritto.

Saprà presentare in modo chiaro e convincente i risultati delle analisi e delle simulazioni attraverso relazioni tecniche, presentazioni orali e documenti tecnici.

Potrà collaborare in modo efficace con altri studenti e professionisti nel contesto del progetto e dell'implementazione di soluzioni di controllo per sistemi non lineari, comunicando in modo chiaro e conciso le proprie idee e opinioni.

Capacità di apprendimento:

Le modalità di svolgimento del corso mirano a sviluppare la capacità di saper comprendere metodi diversi, eventualmente elaborarne di individuali, nella soluzione dei problemi di analisi e controllo allo studio.

Insegnamento**Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

Obiettivi generali (Mod. I)

Il corso illustra le metodologie del controllo ottimo. Lo Studente sarà in grado di formulare e studiare problemi di ottimizzazione di diversa natura, ricercando soluzioni attraverso l'uso di condizioni necessarie e/o sufficienti di ottimalità, con particolare riferimento a problemi di controllo ottimo.

Obiettivi specifici

- Conoscenza e comprensione

Lo Studente apprenderà i metodi della teoria del controllo ottimo da applicare in ambiti diversi

- Applicare conoscenza e comprensione

Lo Studente deve essere in grado, dato un sistema di controllo, di proporre la migliore strategia di controllo ottimo, dipendentemente dal problema in esame.

- Capacità critiche e di giudizio

Lo Studente sarà in grado di analizzare un problema di controllo, modellarlo e proporre la migliore strategia nell'ambito del controllo ottimo, implementandola per valutarne i risultati

- Capacità comunicative

Le attività del corso consentiranno allo Studente di comunicare e condividere le principali problematiche in specifici campi di applicazione, evidenziando le scelte progettuali, i relativi punti di forza e punti deboli

- Capacità di apprendimento

Le modalità di svolgimento del corso mirano a potenziare le capacità critiche dello Studente, dall'analisi di un problema, allo studio della letteratura, alla fase progettuale e di implementazione

MODULE I**1°****6****ENG****Obiettivi formativi**

Obiettivi generali (Mod. I)

Il corso illustra le metodologie del controllo ottimo. Lo Studente sarà in grado di formulare e studiare problemi di ottimizzazione di diversa natura, ricercando soluzioni attraverso l'uso di condizioni necessarie e/o sufficienti di ottimalità, con particolare riferimento a problemi di controllo ottimo.

Obiettivi specifici

- Conoscenza e comprensione

Lo Studente apprenderà i metodi della teoria del controllo ottimo da applicare in ambiti diversi

- Applicare conoscenza e comprensione

Lo Studente deve essere in grado, dato un sistema di controllo, di proporre la migliore strategia di controllo ottimo, dipendentemente dal problema in esame.

- Capacità critiche e di giudizio

Lo Studente sarà in grado di analizzare un problema di controllo, modellarlo e proporre la migliore strategia nell'ambito del controllo ottimo, implementandola per valutarne i risultati

- Capacità comunicative

Le attività del corso consentiranno allo Studente di comunicare e condividere le principali problematiche in specifici campi di applicazione, evidenziando le scelte progettuali, i relativi punti di forza e punti deboli

- Capacità di apprendimento

Le modalità di svolgimento del corso mirano a potenziare le capacità critiche dello Studente, dall'analisi di un problema, allo studio della letteratura, alla fase progettuale e di implementazione

**10612312 | NONLINEAR
SYSTEMS AND
CONTROL****2°****12****ITA**

Obiettivi formativi

Obiettivi generali

Il corso presenta i metodi di base per studiare le proprietà geometriche dei sistemi di controllo a partire da modelli non lineari. I modelli ai quali si farà riferimento sono quelli caratterizzati da una struttura differenziale affine rispetto al controllo; modelli adatti a rappresentare una larga varietà di processi di interesse nelle applicazioni dell'ingegneria.

Obiettivi specifici

Conoscenza e comprensione:

Lo studente sarà in grado di comprendere i concetti fondamentali della teoria del controllo non lineare e geometrico.

Conoscerà principali strumenti matematici utilizzati nell'analisi e nella progettazione dei sistemi di controllo non lineare.

Saprà comprendere le proprietà geometriche dei sistemi dinamici non lineari e il loro impatto sulla progettazione del controllo.

Applicare conoscenza e comprensione:

Applicare i concetti presentati per risolvere diversi problemi di controllo (e.g., regolazione, asservimento di traiettorie, disaccoppiamento dei disturbi, non interazione) per sistemi dinamici, tenendo conto delle specifiche prestazioni richieste e delle limitazioni del sistema.

Utilizzare metodi avanzati di analisi dei sistemi non lineari per prevedere e comprendere il comportamento del sistema in una vasta gamma di condizioni operative.

Condurre esperimenti virtuali e simulazioni numeriche per valutare l'efficacia delle strategie di controllo proposte e confrontare le prestazioni con i sistemi lineari.

Capacità critiche e di giudizio:

Lo studente sarà in grado di valutare criticamente le limitazioni delle approssimazioni lineari nell'analisi e nel controllo dei sistemi non lineari e identificare situazioni in cui tali approssimazioni possono portare a risultati inaccurati o inadeguati.

Inoltre, saprà analizzare in modo critico i risultati delle simulazioni e dei test sperimentali per valutare l'efficacia delle strategie di controllo proposte e identificare possibili miglioramenti.

Infine, potrà valutare l'applicabilità delle soluzioni di controllo proposte in contesti ingegneristici reali, considerando vincoli di implementazione, costi e risorse disponibili.

Sarà, infine, in grado di leggere in maniera critica articoli scientifici.

Capacità comunicative:

Lo studente sarà in grado di comunicare in modo chiaro e efficace i concetti teorici e le metodologie di progettazione relative ai sistemi non lineari e al controllo, sia verbalmente che per iscritto.

Saprà presentare in modo chiaro e convincente i risultati delle analisi e delle simulazioni attraverso relazioni tecniche, presentazioni orali e documenti tecnici.

Potrà collaborare in modo efficace con altri studenti e professionisti nel contesto del progetto e dell'implementazione di soluzioni di controllo per sistemi non lineari, comunicando in modo chiaro e conciso le proprie idee e opinioni.

Capacità di apprendimento:

Le modalità di svolgimento del corso mirano a sviluppare la capacità di saper comprendere metodi diversi, eventualmente elaborarne di individuali, nella soluzione dei problemi di analisi e controllo allo studio.

Obiettivi formativi

Mattia Mattioni

Obiettivi generali

Il corso presenta i metodi di base per l'analisi delle proprietà di stabilità dei sistemi lineari e per la progettazione di controllori stabilizzanti. I modelli ai quali si farà riferimento sono quelli caratterizzati da una struttura differenziale affine rispetto al controllo; modelli adatti a rappresentare una larga varietà di processi di interesse nelle applicazioni dell'ingegneria.

Obiettivi specifici

Conoscenza e comprensione:

Lo studente sarà in grado di comprendere i concetti fondamentali della teoria della stabilità non lineare e del loro impiego nella progettazione di controllori che le garantiscano.

Conoscerà principali strumenti matematici utilizzati nell'analisi e nella progettazione dei sistemi di controllo non lineare stabili (in senso ampio).

Saprà comprendere le proprietà di stabilità dei sistemi dinamici non lineari e il loro impatto sulla progettazione della legge di controllo.

Applicare conoscenza e comprensione:

Saprà applicare i concetti presentati per risolvere diversi problemi di controllo riconducibili alla stabilizzazione (e.g., stabilizzazione di punti di equilibrio, regolazione, asservimento di traiettorie) per sistemi dinamici, tenendo conto delle specifiche prestazioni richieste e delle limitazioni del sistema.

Utilizzare metodi avanzati di analisi dei sistemi non lineari per prevedere e comprendere il comportamento del sistema in una vasta gamma di condizioni operative.

Condurre esperimenti virtuali e simulazioni numeriche per valutare l'efficacia delle strategie di controllo proposte e confrontare le prestazioni con i sistemi lineari.

Capacità critiche e di giudizio:

Lo studente sarà in grado di valutare criticamente le limitazioni delle approssimazioni lineari nell'analisi e nel controllo dei sistemi non lineari e identificare situazioni in cui tali approssimazioni possono portare a risultati inaccurati o inadeguati.

Inoltre, saprà analizzare in modo critico i risultati delle simulazioni e dei test sperimentali per valutare l'efficacia delle strategie di controllo proposte e identificare possibili miglioramenti.

Infine, potrà valutare l'applicabilità delle soluzioni di controllo proposte in contesti ingegneristici reali, considerando vincoli di implementazione, costi e risorse disponibili.

Sarà, infine, in grado di leggere in maniera critica articoli scientifici.

Capacità comunicative:

Lo studente sarà in grado di comunicare in modo chiaro e efficace i concetti teorici e le metodologie di progettazione relative ai sistemi non lineari e al controllo, sia verbalmente che per iscritto.

Saprà presentare in modo chiaro e convincente i risultati delle analisi e delle simulazioni attraverso relazioni tecniche, presentazioni orali e documenti tecnici.

Potrà collaborare in modo efficace con altri studenti e professionisti nel contesto del progetto e dell'implementazione di soluzioni di controllo per sistemi non lineari, comunicando in modo chiaro e conciso le proprie idee e opinioni.

Capacità di apprendimento:

Le modalità di svolgimento del corso mirano a sviluppare la capacità di saper comprendere metodi diversi, eventualmente elaborarne di individuali, nella soluzione dei problemi di analisi e controllo allo studio.

Insegnamento**Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

Obiettivi generali (Mod. I)

Il corso illustra le metodologie del controllo ottimo. Lo Studente sarà in grado di formulare e studiare problemi di ottimizzazione di diversa natura, ricercando soluzioni attraverso l'uso di condizioni necessarie e/o sufficienti di ottimalità, con particolare riferimento a problemi di controllo ottimo.

Obiettivi specifici

- Conoscenza e comprensione

Lo Studente apprenderà i metodi della teoria del controllo ottimo da applicare in ambiti diversi

- Applicare conoscenza e comprensione

Lo Studente deve essere in grado, dato un sistema di controllo, di proporre la migliore strategia di controllo ottimo, dipendentemente dal problema in esame.

- Capacità critiche e di giudizio

Lo Studente sarà in grado di analizzare un problema di controllo, modellarlo e proporre la migliore strategia nell'ambito del controllo ottimo, implementandola per valutarne i risultati

- Capacità comunicative

Le attività del corso consentiranno allo Studente di comunicare e condividere le principali problematiche in specifici campi di applicazione, evidenziando le scelte progettuali, i relativi punti di forza e punti deboli

- Capacità di apprendimento

Le modalità di svolgimento del corso mirano a potenziare le capacità critiche dello Studente, dall'analisi di un problema, allo studio della letteratura, alla fase progettuale e di implementazione

MODULE II**2°****6****ENG****Obiettivi formativi**

Obiettivi generali (Mod. II)

Il corso illustra le metodologie di base di stima e filtraggio. Lo studente sarà in grado di utilizzare le principali tecniche di stima e di formulare e studiare problemi di ottimizzazione di diversa natura.

Obiettivi specifici

- Conoscenza e comprensione

Lo Studente apprenderà i metodi della teoria della stima ottima da applicare in ambiti diversi

- Applicare conoscenza e comprensione

Lo Studente deve essere in grado, a partire dai dati disponibili, di elaborare algoritmi di stima di parametri caratteristici di un processo.

- Capacità critiche e di giudizio

Lo Studente sarà in grado di analizzare un problema di stima, modellarlo e proporre la migliore strategia di stima, implementandola per valutarne i risultati

- Capacità comunicative

Le attività del corso consentiranno allo Studente di comunicare e condividere le principali problematiche in specifici campi di applicazione, evidenziando le scelte progettuali, i relativi punti di forza e punti deboli

- Capacità di apprendimento

Le modalità di svolgimento del corso mirano a potenziare le capacità critiche dello Studente, dall'analisi di un problema, allo studio della letteratura, alla fase progettuale e di implementazione

**A SCELTA DELLO
STUDENTE****2°****6****ENG**

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
Gruppo OPZIONALE:Lo studente deve scegliere 36 Cfu (l'acquisizione è da intendersi relativa a tutta la durata del corso di studi)			
Gruppo OPZIONALE: Lo studente deve scegliere 18 cfu (l'acquisizione è da intendersi relativa a tutta la durata del corso di studi)			
2° anno			
Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
A SCELTA DELLO STUDENTE	1°	6	ENG
AAF1041 TIROCINIO	2°	3	ENG
AAF1025 PROVA FINALE	2°	27	ENG
Gruppo OPZIONALE:Lo studente deve scegliere 36 Cfu (l'acquisizione è da intendersi relativa a tutta la durata del corso di studi)			
Gruppo OPZIONALE: Lo studente deve scegliere 18 cfu (l'acquisizione è da intendersi relativa a tutta la durata del corso di studi)			

Gruppi opzionali

Lo studente deve acquisire 36 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1041422 PROCESS AUTOMATION	1°	1°	6	ENG

Insegnamento**Anno****Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

Obiettivi generali

Il corso mira a fornire concetti e metodologie di base relative alle metodologie di controllo più utilizzate nel quadro dell'automazione dei processi e ad applicarli in contesti industriali adeguatamente modellati come processi complessi ed eterogenei, interconnessi tra di loro mediante opportune infrastrutture per il trasporto dei materiali e per la comunicazione.

Obiettivi specifici

Conoscenza e comprensione:

Gli studenti apprenderanno metodologie per il controllo robusto dei sistemi lineari con ritardo, controllo a modello interno e Model Predictive Control con riferimento specifico ai problemi di controllo di processo.

Applicare conoscenza e comprensione:

Gli studenti saranno in grado di progettare controllori robusti per dispositivi di automazione di processo, ad esempio per ottenere una robusta messa a punto dei controllori PID, e di applicare algoritmi di Model Predictive Control industriali.

Capacità critiche e di giudizio:

Lo studente sarà in grado di scegliere la metodologia di controllo più adatta per uno specifico problema di controllo di processo partendo da un modello nello stato-spazio o da un sistema modellato da una funzione di trasferimento.

Abilità comunicative:

Le attività del corso consentono allo studente di essere in grado di comunicare e discutere i principali problemi di controllo relativi all'automazione di processo e le possibili scelte progettuali per le loro soluzioni in termini di leggi di controllo.

Capacità di apprendimento:

Lo scopo del corso è quello di rendere gli studenti consapevoli su come affrontare i problemi di controllo nel contesto dell'automazione di processo.

1023235 |
ROBOTICS I

1°

1°

6

ENG

Obiettivi formativi

Obiettivi generali

Il corso fornisce strumenti di base per il controllo dei sistemi robotici: analisi cinematica, pianificazione e programmazione dei movimenti di robot manipolatori in ambienti industriali e di servizio.

Obiettivi specifici

Conoscenza e comprensione:

Lo studente apprenderà il funzionamento dei componenti di attuazione e sensoriali dei robot, i metodi di base per la modellistica, l'analisi e il controllo cinematico di manipolatori robotici, nonché gli algoritmi per la pianificazione delle traiettorie di moto.

Applicare conoscenza e comprensione:

Lo studente sarà in grado di analizzare le strutture cinematiche dei robot di tipo industriale e di progettare algoritmi e moduli per la pianificazione e il controllo della movimentazione.

Capacità critiche e di giudizio:

Lo studente sarà in grado di individuare le caratteristiche funzionali di un sistema robotico con riferimento al tipo di compito industriale o di servizio, di analizzarne la complessità di realizzazione, le possibili prestazioni e le eventuali debolezze.

Capacità comunicative:

Il corso mette in grado lo studente di presentare le principali problematiche applicative e le soluzioni tecniche riguardanti l'impiego dei robot.

Capacità di apprendimento:

Il corso mira a creare attitudini di apprendimento autonomo orientate all'analisi e alla soluzione di problemi connessi all'uso dei robot.

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1041428 DIGITAL CONTROL SYSTEMS	1°	1°	6	ENG

Obiettivi formativi

Obiettivi generali

Il corso fornisce le metodologie per l'analisi dei sistemi dinamici lineari e non lineari a tempo discreto e a segnali campionati, il progetto di controllori digitali con particolare enfasi sul caso dei sistemi lineari, e l'implementazione basata su microcontrollori embedded. Lo studente sarà in grado di ricavare modelli matematici di sistemi a tempo discreto, di sistemi equivalenti a tempo discreto di sistemi con dinamica continua, di progettare leggi di controllo digitale per sistemi a tempo discreto e continuo, e di impiegare microcontrollori standard per la loro implementazione.

Obiettivi specifici

Tecniche di analisi e progettazione per sistemi a tempo discreto e digitali.

Conoscenza e comprensione:

Lo studente acquisirà le metodologie per l'analisi dei sistemi a tempo discreto lineari e non lineari, e per la progettazione di controllori con particolare attenzione ai sistemi lineari.

Applicare conoscenza e comprensione:

Al termine del corso lo studente sarà in grado di associare ad un processo discreto o processo continuo campionato un modello matematico accurato e quindi di progettare leggi di controllo adeguate alla risoluzione del problema considerate.

Capacità critiche e di giudizio:

Al termine del corso lo studente sarà in grado di individuare la migliore metodologia da utilizzare in base alla problematica in esame.

Capacità comunicative:

Al termine del corso lo studente sarà in grado di motivare le proprie scelte di progettazione.

Capacità di apprendimento:

Lo studente svilupperà capacità di studio autonome.

1041453 ROBUST CONTROL	1°	2°	6	ENG
--------------------------	----	----	---	-----

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
Il corso presenta metodi avanzati di sintesi per la stabilizzazione robusta, in presenza di incertezze di modello, di sistemi lineari a molte variabili e di sistemi non lineari.				
Obiettivi specifici				
Conoscenza e comprensione: Lo studente apprenderà metodi di progetto dei sistemi di controllo in presenza di incertezze strutturate o meno sul modello del sistema controllato. Le tecniche di stabilizzazione robusta sono basate sull'impiego di disequaglianze matriciali lineari (LMI) e su metodi di controllo ad alto guadagno.				
Applicare conoscenza e comprensione: Lo studente sarà in grado di sviluppare l'analisi dei problemi di stabilizzazione robusta di sistemi dinamici lineari o non lineari e di utilizzare tecniche avanzate di sintesi della legge di controllo per la loro risoluzione.				
Capacità critiche e di giudizio: Lo studente sarà in grado di individuare le caratteristiche di incertezza strutturata e/o non strutturata del sistema sotto esame, di analizzare la complessità di realizzazione delle leggi di controllo, le loro prestazioni ed eventuali criticità.				
Capacità comunicative: Il corso abilita a presentare soluzioni metodologiche avanzate e robuste per il problema classico della stabilizzazione tramite feedback dei sistemi dinamici.				
Capacità di apprendimento: Il corso mira a creare attitudini di apprendimento autonomo per l'analisi e la soluzione di problemi di controllo di sistemi lineari multi-variabili e sistemi nonlineari soggetti ad incertezze.				
1041426 MULTIVARIABLE FEEDBACK CONTROL	1°	2°	6	ENG
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
Analizzare i limiti alle prestazioni relative ad un sistema di controllo. Conoscere le particolarità dei sistemi multivariabili. Formulare problemi con specifiche in frequenza ad anello chiuso e problemi di stabilità e prestazioni robuste.				
Obiettivi specifici				
Conoscenza e comprensione: Lo studente apprenderà (1) gli strumenti per valutare i limiti alle prestazioni e (2) a formulare nel dominio della frequenza problemi di controllo robusto per sistemi multivariabili.				
Applicare conoscenza e comprensione: Lo studente sarà in grado di analizzare e progettare sistemi di controllo multivariabili.				
Capacità critiche e di giudizio: Lo studente sarà in grado di valutare le prestazioni ottenibili da un sistema di controllo.				
Capacità comunicative: Le attività del corso metteranno lo studente in grado di comunicare/condividere le principali problematiche concernenti i sistemi multivariabili.				
Capacità di apprendimento: Le modalità di svolgimento del corso mirano a creare una capacità di progettare sistemi di controllo complessi in ambito lineare.				
1021883 ROBOTICS II	1°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
Il corso fornisce strumenti avanzati per il controllo dei sistemi robotici: uso della ridondanza cinematica, analisi della dinamica dei robot manipolatori, comando in feedback dei movimenti, incluso il caso di asservimento visuale, e controllo dell'interazione con l'ambiente.				
Obiettivi specifici				
Conoscenza e comprensione:				
Lo studente apprenderà i metodi per la modellistica dinamica dei manipolatori, le tecniche di utilizzo della ridondanza cinematica, la progettazione di schemi di controllo del moto e dell'interazione con l'ambiente.				
Applicare conoscenza e comprensione:				
Lo studente sarà in grado di analizzare la dinamica dei manipolatori robotici e di progettare algoritmi e moduli per il controllo del moto libero e delle forze di contatto con l'ambiente.				
Capacità critiche e di giudizio:				
Lo studente sarà in grado di individuare le caratteristiche dinamiche di un sistema robotico con riferimento al tipo di compito, di analizzarne la complessità di realizzazione, le possibili prestazioni e le eventuali debolezze.				
Capacità comunicative:				
Il corso mette in grado lo studente di presentare le problematiche avanzate e le relative soluzioni tecniche riguardanti l'uso dei robot in condizioni dinamiche.				
Capacità di apprendimento:				
Il corso mira a creare attitudini di apprendimento autonomo orientate all'analisi e alla soluzione di problemi avanzati connessi all'uso dei robot.				
10606939 INTELLIGENT AND HYBRID CONTROL	1°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali:				
L'obiettivo principale dell'insegnamento è l'acquisizione e l'uso da parte dello studente degli strumenti di base necessari alla costruzione ed all'analisi di sistemi di controllo intelligenti ed ibridi per fenomeni di interesse nell'ingegneria dell'automazione con riferimento a metodologie data-driven e model-based.				
Obiettivi specifici				
Conoscenza e comprensione:				
Il corso fornisce strumenti avanzati per l'analisi ed il progetto di sistemi complessi che combinano diversi tipi di tecnologie o comportamenti per ottenere un risultato desiderato.				
I sistemi considerati saranno:				
- i sistemi di controllo intelligenti che integrano reti neurali e algoritmi per l'apprendimento automatico a partire dall'analisi dei dati				
- i modelli dinamici che integrano comportamenti dinamici basati sul tempo (modellati con equazioni differenziali) con comportamenti dinamici basati su eventi (modellati da automi).				
Applicare conoscenza e comprensione:				
Lo studente apprenderà come applicare in autonomia le metodologie e tecniche presentate nel corso per il design e lo sviluppo di sistemi di controllo complessi integranti strumenti di apprendimento automatico e modellistica ad eventi. Lo studente sarà in grado di identificare e modellare dinamiche ibride e nonlineari tramite approcci data-driven e model-based.				
Capacità critiche e di giudizio:				
Lo studente sarà in grado di determinare quali siano gli approcci più adatti allo sviluppo di modelli predittivi per rappresentare sistemi complessi, combinando tecniche di apprendimento automatico con approcci modellistici generali quali gli automi e dinamiche switching. Lo studente sarà inoltre in grado di valutare con criticità le performance e proprietà closed-loop più critiche per la progettazione di leggi di controllo intelligenti.				
Capacità comunicative:				
Lo studente sarà in grado di presentare ed analizzare sistemi dinamici complessi ed i relativi controllori ibridi ed intelligenti nell'ambito di applicazioni di interesse industriale e dell'automatica.				
Capacità di apprendimento:				
Il corso mira fornire agli studenti tutti gli elementi per un apprendimento autonomo finalizzato all'analisi e alla progettazione di sistemi di controllo avanzati ed integranti funzionalità di apprendimento automatico in tutti i settori di interesse per l'automazione.				
1022775 AUTONOMOUS AND MOBILE ROBOTICS	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
Il corso presenta i metodi di base per progettare e controllare robot autonomi e mobili.				
Obiettivi specifici				
Conoscenza e comprensione:				
Lo studente apprenderà (1) i metodi di base per la modellistica, l'analisi, la generazione del moto e il controllo dei robot mobili su ruote e su gambe, e (2) gli algoritmi per la pianificazione autonoma del moto.				
Applicare conoscenza e comprensione:				
Lo studente sarà in grado di analizzare e progettare architetture, algoritmi e moduli per la pianificazione, il controllo e la localizzazione di robot mobili autonomi.				
Capacità critiche e di giudizio:				
Lo studente sarà in grado di scegliere l'architettura di controllo funzionale più adeguata per uno specifico sistema robotico e di analizzarne la complessità e le eventuali debolezze.				
Capacità comunicative:				
Le attività del corso metteranno lo studente in grado di comunicare/condividere le principali problematiche concernenti i robot mobili autonomi, nonché le possibili scelte progettuali per il controllo di tali sistemi.				
Capacità di apprendimento:				
Le modalità di svolgimento del corso mirano a creare una forma mentis dello studente orientata allo sviluppo di moduli per la mobilità autonoma dei robot.				
1041429 CONTROL OF COMMUNICATION AND ENERGY NETWORKS	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
<p>Il corso mira ad applicare metodologie avanzate di controllo dinamico a reti/sistemi adottando un approccio astratto tecnologicamente indipendente che affronta il problema del controllo di rete/sistema, tralasciando le specifiche tecnologie di rete/sistema. Gli studenti saranno in grado di progettare azioni di controllo adatte alle reti/sistemi di comunicazione, energia, trasporto, sicurezza, salute.</p>				
Obiettivi specifici				
<p>Conoscenza e comprensione: Gli studenti saranno in grado di conoscere la specificità di alcuni ambienti applicativi quali quelli delle reti/sistemi di comunicazione, energia, trasporto, sicurezza, salute, nonché di modellare astrattamente e controllare tali reti/sistemi. Inoltre, nel caso la modellizzazione di tali reti/sistemi sia impossibile o troppo complessa da realizzare, gli studenti saranno in grado di utilizzare tecniche data-driven in grado di coniugare metodologie di controllo con metodologie di intelligenza artificiale/machine learning.</p>				
<p>Applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti saranno consapevoli delle principali problematiche e in grado di progettare azioni di controllo applicabili a reti/sistemi di comunicazione, di energia, trasporto, sicurezza, salute finalizzate al soddisfacimento di assegnate specifiche progettuali.</p>				
<p>Capacità critiche e di giudizio: Gli studenti saranno in grado di scegliere le metodologie di controllo più adatte ai problemi specifici e di valutare la complessità delle soluzioni proposte.</p>				
<p>Capacità comunicative: Le attività del corso permettono allo studente di essere in grado di comunicare/condividere (i) le principali problematiche inerenti reti/sistemi di comunicazione, energia, trasporto, sicurezza, salute, (ii) possibili scelte progettuali per il controllo di tali reti/sistemi. Inoltre, il corso prevede la possibilità di effettuare tesine applicative su argomenti correlati a progetti portati avanti dal gruppo di ricerca coordinato dal docente; nell'ambito di tali attività, gli studenti acquisiranno capacità di collaborare in gruppo.</p>				
<p>Capacità di apprendimento: Le modalità di svolgimento del corso mirano a creare una forma mentis dello studente orientata al controllo di sistemi/reti complessi, combinando, in maniera opportuna, metodologie provenienti dall'automatica e da vari altri ambiti dell'ingegneria.</p>				
1041454 DYNAMICS OF ELECTRICAL MACHINES AND DRIVES	2°	1°	6	ENG
Obiettivi formativi				
<p>Il corso intende guidare lo studente alla comprensione dei principi di funzionamento degli azionamenti elettrici e dei loro componenti. Il corso fornisce inoltre gli strumenti per analizzare il comportamento di un azionamento elettrico a regime permanente e in regime transitorio. Completano il corso alcuni elementi di progettazione. Alla fine del corso lo studente sarà in grado di comprendere il principio di funzionamento e di analizzare il comportamento a regime permanente e transitorio di un azionamento elettrico. Tali conoscenze lo metteranno in grado di affrontare la progettazione di azionamenti elettrici e il loro controllo.</p>				
1041431 VEHICLE SYSTEM DYNAMICS	2°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
<p>Il corso mira a fornire allo studente una teoria unitaria per lo studio dei veicoli in generale, con particolare riferimento ai veicoli terrestri. L'analisi del sistema veicolo viene affrontata sia per sottosistemi componenti (i) dinamica del corpo rigido, (ii) sistema propulsivo (iii) sistema di trasmissione (iv) sistema di controllo direzionale (v) sistema sospensivo (vi) sistema frenante (vii) sistemi di automazione di guida e controllo, sia in termini globali, integrando tutti i sottosistemi all'interno di un unico modello capace di descrivere manovre complesse del sistema veicolo.</p>				
Obiettivi specifici				
<p>Conoscenza e comprensione: Lo studente apprenderà i metodi di base per la modellistica, l'analisi e il controllo dei veicoli.</p> <p>Nella prima parte del corso saranno fornite le nozioni riguardanti la dinamica del veicolo in generale mentre nella seconda parte, viene posta particolare attenzione ai sottosistemi meccanici, sensoristici e hardware in uso.</p> <p>Applicare conoscenza e comprensione: Lo studente sarà in grado di analizzare e progettare differenti architetture di veicoli terrestri. Avrà inoltre le conoscenze sufficienti per scegliere algoritmi di controllo più adatti da usare nei casi di veicoli a guida autonoma.</p> <p>Capacità critiche e di giudizio: Lo studente sarà sia in grado di scegliere la metodologia di modellazione più adatta al problema specifico, sia di esaminare un dispositivo innovativo nel settore della dinamica dei veicoli, comprendendone i principi di funzionamento ed effettuandone un'analisi di fattibilità.</p> <p>Capacità comunicative: Le attività del corso, e specificamente lo sviluppo del progetto d'anno e la sua presentazione del progetto nella prova finale, permettono allo studente di essere in grado di comunicare/condividere le principali idee innovative presenti in un progetto tecnologico e di sintetizzarne in una presentazione chiara ed efficace i principali contenuti.</p> <p>Capacità di apprendimento: Lo studente sarà in grado di affrontare un problema di sintesi progettuale grazie alla modalità di esame prevista. Lo studente, opportunamente guidato mette in pratica le tecniche di "problem solving" ovvero l'insieme dei processi atti ad analizzare, affrontare e risolvere un problema specifico sulla base dell'esame di brevetti o di recenti pubblicazioni.</p>				
1041427 CONTROL OF AUTONOMOUS MULTI-AGENT SYSTEMS	2°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
Il corso verte sulla modellistica, l'analisi e il controllo dei sistemi multi-agente, con particolare riferimento alle reti/sistemi di comunicazione, energia, salute e ai sistemi multi-robot.				
Obiettivi specifici				
<p>Conoscenza e comprensione:</p> <p>Lo studente apprenderà i metodi di base per la modellistica, l'analisi e il controllo dei sistemi multi-agente, con particolare attenzione alle strategie di controllo distribuite.</p> <p>Nella prima parte del corso saranno presentate applicazioni relative alle reti/sistemi di comunicazione, energia, salute; nella seconda parte, vengono considerati esplicitamente i sistemi multi-robot, sia terrestri e aerei.</p>				
<p>Applicare conoscenza e comprensione:</p> <p>Lo studente sarà in grado di analizzare e progettare architetture e algoritmi per il controllo di sistemi multi-agente in vari campi applicativi.</p>				
<p>Capacità critiche e di giudizio:</p> <p>Lo studente sarà in grado di scegliere la metodologie di controllo più adatta a un problema specifico e di valutare la complessità della soluzione proposta.</p>				
<p>Capacità comunicative:</p> <p>Le attività del corso permettono allo studente di essere in grado di comunicare/condividere le principali problematiche inerenti le reti e i sistemi presentati nel corso, nonché le possibili scelte progettuali per il controllo di tali reti/sistemi.</p>				
<p>Capacità di apprendimento:</p> <p>Le modalità di svolgimento del corso mirano a creare una forma mentis dello studente orientata al controllo di sistemi complessi su reti, combinando in maniera opportuna, metodologie provenienti dall'automatica e da vari altri ambiti dell'ingegneria. Inoltre, il corso prevede la possibilità di effettuare tesine applicative su argomenti correlati a progetti portati avanti dal gruppo di ricerca coordinati dai docenti; nell'ambito di tali attività, gli studenti acquisiranno capacità di collaborare in gruppo.</p>				
10592976 ADVANCED METHODS IN CONTROL	2°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
Il corso presenta metodi avanzati di controllo per sistemi con ritardi e con parametri non noti.				
Obiettivi specifici				
Conoscenza e comprensione:				
Lo studente apprenderà tecniche avanzate di controllo per sistemi con ritardi e parametri incogniti				
Applicare conoscenza e comprensione:				
Lo Studente deve essere in grado, a partire dai dati disponibili, di elaborare algoritmi avanzati di controllo in presenza di ritardi e di parametri incogniti.				
Capacità critiche e di giudizio:				
Lo Studente sarà in grado di analizzare e formulare un problema di controllo avanzato, modellarlo e proporre la migliore strategia di controllo, implementandola per valutarne i risultati				
Capacità comunicative:				
Le attività del corso consentiranno allo Studente di comunicare e condividere le principali problematiche in specifici campi di applicazione, evidenziando le scelte progettuali, i relativi punti di forza e punti deboli				
Capacità di apprendimento:				
Le modalità di svolgimento del corso mirano a potenziare le capacità critiche dello Studente, dall'analisi di un problema, allo studio della letteratura, alla fase progettuale e di implementazione.				

Lo studente deve acquisire 18 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1041428 DIGITAL CONTROL SYSTEMS	1°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
<p>Il corso fornisce le metodologie per l'analisi dei sistemi dinamici lineari e non lineari a tempo discreto e a segnali campionati, il progetto di controllori digitali con particolare enfasi sul caso dei sistemi lineari, e l'implementazione basata su microcontrollori embedded. Lo studente sarà in grado di ricavare modelli matematici di sistemi a tempo discreto, di sistemi equivalenti a tempo discreto di sistemi con dinamica continua, di progettare leggi di controllo digitale per sistemi a tempo discreto e continuo, e di impiegare microcontrollori standard per la loro implementazione.</p>				
Obiettivi specifici				
Tecniche di analisi e progettazione per sistemi a tempo discreto e digitali.				
<p>Conoscenza e comprensione: Lo studente acquisirà le metodologie per l'analisi dei sistemi a tempo discreto lineari e non lineari, e per la progettazione di controllori con particolare attenzione ai sistemi lineari.</p>				
<p>Applicare conoscenza e comprensione: Al termine del corso lo studente sarà in grado di associare ad un processo discreto o processo continuo campionato un modello matematico accurato e quindi di progettare leggi di controllo adeguate alla risoluzione del problema considerate.</p>				
<p>Capacità critiche e di giudizio: Al termine del corso lo studente sarà in grado di individuare la migliore metodologia da utilizzare in base alla problematica in esame.</p>				
<p>Capacità comunicative: Al termine del corso lo studente sarà in grado di motivare le proprie scelte di progettazione.</p>				
<p>Capacità di apprendimento: Lo studente svilupperà capacità di studio autonome.</p>				
10592834 NEUROENGINEERING	1°	2°	6	ENG

Obiettivi formativi

* Obiettivi generali

Il corso introduce i principi base, le metodologie e le applicazioni delle tecniche ingegneristiche utilizzate per lo studio sistemi neurali e dell'interazione con essi.

* Obiettivi specifici

- Conoscenza e comprensione

Lo studente apprenderà le nozioni di base sul funzionamento e l'organizzazione a diverse scale del cervello umano, nonché le principali applicazioni dell'ingegneria e della tecnologia dell'informazione alle neuroscienze.

- Applicare conoscenza e comprensione

Lo studente apprenderà l'uso degli strumenti essenziali per acquisire, elaborare e decodificare i segnali neurofisiologici e neuromuscolari, e per il loro interfacciamento con dispositivi artificiali.

- Capacità critiche e di giudizio

Lo studente imparerà a scegliere la metodologia di controllo più appropriata per indirizzare uno specifico problema, e per valutare la complessità della soluzione proposta.

- Capacità comunicative

Lo studente imparerà a comunicare in un contesto multidisciplinare i principali problemi dell'interfacciamento di segnali neurofisiologici con un sistema artificiale, e ad argomentare le possibili scelte progettuali per lo scopo.

- Capacità di apprendimento

Le modalità di svolgimento del corso mirano a creare una forma mentis dello studente orientata all'autoapprendimento di concetti avanzati che non sono stati affrontati nel corso.

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
1021883 ROBOTICS II	1°	2°	6	ENG

Obiettivi formativi

Obiettivi generali

Il corso fornisce strumenti avanzati per il controllo dei sistemi robotici: uso della ridondanza cinematica, analisi della dinamica dei robot manipolatori, comando in feedback dei movimenti, incluso il caso di asservimento visuale, e controllo dell'interazione con l'ambiente.

Obiettivi specifici

Conoscenza e comprensione:

Lo studente apprenderà i metodi per la modellistica dinamica dei manipolatori, le tecniche di utilizzo della ridondanza cinematica, la progettazione di schemi di controllo del moto e dell'interazione con l'ambiente.

Applicare conoscenza e comprensione:

Lo studente sarà in grado di analizzare la dinamica dei manipolatori robotici e di progettare algoritmi e moduli per il controllo del moto libero e delle forze di contatto con l'ambiente.

Capacità critiche e di giudizio:

Lo studente sarà in grado di individuare le caratteristiche dinamiche di un sistema robotico con riferimento al tipo di compito, di analizzarne la complessità di realizzazione, le possibili prestazioni e le eventuali debolezze.

Capacità comunicative:

Il corso mette in grado lo studente di presentare le problematiche avanzate e le relative soluzioni tecniche riguardanti l'uso dei robot in condizioni dinamiche.

Capacità di apprendimento:

Il corso mira a creare attitudini di apprendimento autonomo orientate all'analisi e alla soluzione di problemi avanzati connessi all'uso dei robot.

1054963 SYSTEMS AND CONTROL METHODS FOR CYBER-PHYSICAL SECURITY	1°	2°	6	ENG
--	----	----	---	-----

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>Obiettivi generali Il corso introduce alla modellizzazione e all'analisi dei sistemi cyber-fisici soggetti ad attacchi, utilizzando principalmente concetti e metodi propri della teoria del controllo e della gestione del rischio (richiamati per completezza). Si mostra come sia possibile strutturare sofisticati attacchi, in grado di alterare le proprietà di funzionamento di un sistema di controllo cyber-fisico e in grado di bypassare i meccanismi di detection e protezione del sistema, producendo degradazione del servizio o anche danno fisico al sistema. Vengono quindi studiate rilevanti tipologie di attacchi cyber-fisici (false data injection, denial of service, replay attack, zero dynamics attack, covert attack, etc.), modellizzandoli matematicamente e analizzandone il principio di funzionamento, anche facendo ricorso a simulazioni al computer. Vengono esaminati importanti risultati teorici generali che consentono di determinare se un dato sistema cyber-fisico può essere soggetto ad attacchi non rilevabili. Vengono introdotte metodologie di base per la rilevazione degli attacchi e per la loro mitigazione. Vengono studiati e discussi esempi da diversi campi applicativi, in particolare nel contesto dei sistemi di controllo e delle infrastrutture critiche (con focus particolare sulle reti elettriche intelligenti).</p>				
<p>Obiettivi specifici</p> <p>Conoscenza e comprensione: Al termine del corso, lo studente conosce le principali metodologie per la modellizzazione e l'analisi dei sistemi cyber-fisici e delle principali tipologie note di attacchi cyber-fisici. Conosce e comprende inoltre importanti risultati teorici per l'analisi della vulnerabilità dei sistemi di controllo agli attacchi cyber-fisici, nonché metodi per la detection e la mitigazione degli attacchi.</p> <p>Applicare conoscenza e comprensione: Lo studente sarà in grado di modellizzare un sistema cyber-fisico e analizzare le sue proprietà di sicurezza. Sarà in grado di modellizzare e analizzare diversi scenari di attacco, valutando impatti e possibili strategie di mitigazione.</p> <p>Capacità critiche e di giudizio: Lo studente sarà in grado di valutare criticamente e quantitativamente le proprietà di sicurezza dei sistemi di controllo cyber-fisici, a fronte di diversi scenari possibili di attacco. Sarà in grado di suggerire strategie per il miglioramento della sicurezza e la mitigazione di possibili attacchi. Sarà in grado di leggere e assimilare in maniera critica documentazione tecnica in materia.</p> <p>Abilità comunicative: Lo studente sarà in grado comunicare in modo chiaro ed efficace in relazione alle principali problematiche attinenti alla sicurezza dei sistemi cyber-fisici (modellizzazione, analisi di scenari di attacco, progettazione di strategie di prevenzione e protezione, etc.).</p> <p>Capacità di apprendimento: Tramite lo studio diretto di articoli scientifici, e ponendo l'accento su metodi razionali e sistematici per affrontare i problemi di cyber-sicurezza, il corso rafforzerà negli studenti la capacità di proseguire autonomamente lo studio, sia nell'industria che nella ricerca.</p>				
1022863 MEDICAL ROBOTICS	1°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
Fornire un'introduzione e una panoramica sull'uso delle tecnologie robotiche nell'ambito medico, con particolare riferimento alla chirurgia assistita.				
Lo/a studente conoscerà i principali sistemi di chirurgia assistita da robot, delle problematiche inerenti alla progettazione di robot medicali e al loro controllo.				
Obiettivi specifici				
Conoscenza e comprensione				
Lo/a studente imparerà: a leggere criticamente articoli che descrivono le principali tecnologie coinvolte nella robotica medica; discutere in dettaglio lo stato dell'arte delle applicazioni robotiche in medicina; ad affrontare la progettazione di sistemi medici assistiti da robot; a conoscere le metodologie per la modellistica e il controllo di robot, necessarie allo sviluppo di sistemi robotici medicali.				
Applicare conoscenza e comprensione				
Lo/a studente saprà progettare nuove tecnologie robotiche per applicazioni medicali.				
In particolare, sarà in grado di sviluppare sistemi di simulazione robotica, analizzare e progettare schemi di controllo per la teleoperazione di robot medicali e per l'esecuzione di compiti condivisi tra umani e robot.				
Capacità critiche e di giudizio				
Lo/a studente saprà stimare i potenziali benefici derivanti dall'introduzione di tecniche robotiche in una procedura medica e di valutare i vincoli clinici, sociali ed economici nella implementazione di una tecnologia robotica in un settore medico.				
Abilità comunicative:				
Lo/a studente imparerà a comunicare e collaborare con persone di diversa formazione.				
Capacità di apprendimento				
Lo/a studente sarà in grado di apprendere autonomamente nuovi concetti utili alla progettazione e sviluppo di nuove tecnologie per applicazioni medicali.				
10606939 INTELLIGENT AND HYBRID CONTROL	1°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali:				
L'obiettivo principale dell'insegnamento è l'acquisizione e l'uso da parte dello studente degli strumenti di base necessari alla costruzione ed all'analisi di sistemi di controllo intelligenti ed ibridi per fenomeni di interesse nell'ingegneria dell'automazione con riferimento a metodologie data-driven e model-based.				
Obiettivi specifici				
Conoscenza e comprensione:				
Il corso fornisce strumenti avanzati per l'analisi ed il progetto di sistemi complessi che combinano diversi tipi di tecnologie o comportamenti per ottenere un risultato desiderato.				
I sistemi considerati saranno:				
- i sistemi di controllo intelligenti che integrano reti neurali e algoritmi per l'apprendimento automatico a partire dall'analisi dei dati				
- i modelli dinamici che integrano comportamenti dinamici basati sul tempo (modellati con equazioni differenziali) con comportamenti dinamici basati su eventi (modellati da automi).				
Applicare conoscenza e comprensione:				
Lo studente apprenderà come applicare in autonomia le metodologie e tecniche presentate nel corso per il design e lo sviluppo di sistemi di controllo complessi integranti strumenti di apprendimento automatico e modellistica ad eventi. Lo studente sarà in grado di identificare e modellare dinamiche ibride e nonlineari tramite approcci data-driven e model-based.				
Capacità critiche e di giudizio:				
Lo studente sarà in grado di determinare quali siano gli approcci più adatti allo sviluppo di modelli predittivi per rappresentare sistemi complessi, combinando tecniche di apprendimento automatico con approcci modellistici generali quali gli automi e dinamiche switching. Lo studente sarà inoltre in grado di valutare con criticità le performance e proprietà closed-loop più critiche per la progettazione di leggi di controllo intelligenti.				
Capacità comunicative:				
Lo studente sarà in grado di presentare ed analizzare sistemi dinamici complessi ed i relativi controllori ibridi ed intelligenti nell'ambito di applicazioni di interesse industriale e dell'automatica.				
Capacità di apprendimento:				
Il corso mira fornire agli studenti tutti gli elementi per un apprendimento autonomo finalizzato all'analisi e alla progettazione di sistemi di controllo avanzati ed integranti funzionalità di apprendimento automatico in tutti i settori di interesse per l'automazione.				
1022775 AUTONOMOUS AND MOBILE ROBOTICS	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
Il corso presenta i metodi di base per progettare e controllare robot autonomi e mobili.				
Obiettivi specifici				
Conoscenza e comprensione:				
Lo studente apprenderà (1) i metodi di base per la modellistica, l'analisi, la generazione del moto e il controllo dei robot mobili su ruote e su gambe, e (2) gli algoritmi per la pianificazione autonoma del moto.				
Applicare conoscenza e comprensione:				
Lo studente sarà in grado di analizzare e progettare architetture, algoritmi e moduli per la pianificazione, il controllo e la localizzazione di robot mobili autonomi.				
Capacità critiche e di giudizio:				
Lo studente sarà in grado di scegliere l'architettura di controllo funzionale più adeguata per uno specifico sistema robotico e di analizzarne la complessità e le eventuali debolezze.				
Capacità comunicative:				
Le attività del corso metteranno lo studente in grado di comunicare/condividere le principali problematiche concernenti i robot mobili autonomi, nonché le possibili scelte progettuali per il controllo di tali sistemi.				
Capacità di apprendimento:				
Le modalità di svolgimento del corso mirano a creare una forma mentis dello studente orientata allo sviluppo di moduli per la mobilità autonoma dei robot.				
1022792 COMPUTER AND NETWORK SECURITY	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>Obiettivi generali Fornire i concetti necessari a: (a) comprendere il significato di sicurezza delle informazioni e di sicurezza delle infrastrutture e delle reti; (b) abilitare lo studente a fare analisi delle caratteristiche fondamentali di sicurezza di una rete/infrastruttura; (c) fornire gli strumenti fondamentali per le attività di progettazione e assessment delle soluzioni realizzate su rete in presenza di esigenze di sicurezza delle informazioni. Le metodologie e le nozioni includono la crittografia, il controllo degli accessi, protocolli e architetture di sicurezza, firewall.</p>				
<p>Obiettivi specifici Capacità di - riconoscere in fase di analisi/progettazione i requisiti di confidenzialità, integrità, autenticità, autenticazione e non ripudio, individuando strumenti idonei a garantirli; - supportare il processo di analisi e definizione di politiche di sicurezza a livello di organizzazione; - valutare criticamente infrastrutture ed applicazioni rispetto alle specifiche di sicurezza; - valutare la presenza di vulnerabilità rilevanti nelle infrastrutture e nelle applicazioni; - studiare e comprendere standard di sicurezza.</p>				
<p>Conoscenza e comprensione Conoscenza della crittografia di base. Comprensione dei meccanismi di certificazione e firma digitale. Comprensione delle minacce cyber derivanti dall'interazione con il web ed internet in generale</p>				
<p>Applicare conoscenza e comprensione Selezionare ed usare standard di cifratura efficaci e sicuri. Selezionare ed usare standard di fingerprinting di documenti efficaci e sicuri. Usare firme digitali. Scegliere meccanismi di autenticazione sicuri.</p>				
<p>Capacità critiche e di giudizio: Essere in grado di valutare l'adeguatezza delle misure di sicurezza IT impiegate da una piccola/media impresa.</p>				
<p>Capacità comunicative: Essere in grado di interagire agevolmente ed efficacemente con specialisti di domini industriali e ICT per tutte le problematiche connesse alla sicurezza delle informazioni. Saper motivare valutazioni e requisiti.</p>				
<p>Capacità di apprendimento: Saper leggere e comprendere documenti con standard tecnici e materiali relativi alla divulgazione di nuove minacce IT.</p>				
1041429 CONTROL OF COMMUNICATION AND ENERGY NETWORKS	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
<p>Il corso mira ad applicare metodologie avanzate di controllo dinamico a reti/sistemi adottando un approccio astratto tecnologicamente indipendente che affronta il problema del controllo di rete/sistema, tralasciando le specifiche tecnologie di rete/sistema. Gli studenti saranno in grado di progettare azioni di controllo adatte alle reti/sistemi di comunicazione, energia, trasporto, sicurezza, salute.</p>				
Obiettivi specifici				
<p>Conoscenza e comprensione:</p> <p>Gli studenti saranno in grado di conoscere la specificità di alcuni ambienti applicativi quali quelli delle reti/sistemi di comunicazione, energia, trasporto, sicurezza, salute, nonché di modellare astrattamente e controllare tali reti/sistemi. Inoltre, nel caso la modellizzazione di tali reti/sistemi sia impossibile o troppo complessa da realizzare, gli studenti saranno in grado di utilizzare tecniche data-driven in grado di coniugare metodologie di controllo con metodologie di intelligenza artificiale/machine learning.</p>				
<p>Applicare conoscenza e comprensione:</p> <p>Gli studenti saranno consapevoli delle principali problematiche e in grado di progettare azioni di controllo applicabili a reti/sistemi di comunicazione, di energia, trasporto, sicurezza, salute finalizzate al soddisfacimento di assegnate specifiche progettuali.</p>				
<p>Capacità critiche e di giudizio:</p> <p>Gli studenti saranno in grado di scegliere le metodologie di controllo più adatte ai problemi specifici e di valutare la complessità delle soluzioni proposte.</p>				
<p>Capacità comunicative:</p> <p>Le attività del corso permettono allo studente di essere in grado di comunicare/condividere (i) le principali problematiche inerenti reti/sistemi di comunicazione, energia, trasporto, sicurezza, salute, (ii) possibili scelte progettuali per il controllo di tali reti/sistemi. Inoltre, il corso prevede la possibilità di effettuare tesine applicative su argomenti correlati a progetti portati avanti dal gruppo di ricerca coordinato dal docente; nell'ambito di tali attività, gli studenti acquisiranno capacità di collaborare in gruppo.</p>				
<p>Capacità di apprendimento:</p> <p>Le modalità di svolgimento del corso mirano a creare una forma mentis dello studente orientata al controllo di sistemi/reti complessi, combinando, in maniera opportuna, metodologie provenienti dall'automatica e da vari altri ambiti dell'ingegneria.</p>				
1055496 CONTROL PROBLEMS IN ROBOTICS	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>Obiettivi generali Il corso consiste di due moduli svolti in forma seminariale su argomenti avanzati di Robotica ed è pensato come introduttivo all'attività di ricerca. Attraverso esemplificazioni tratte dalle attività di ricerca dei docenti, lo studente sarà in grado di affrontare completamente un problema di Robotica, dalla sua analisi alla proposta di metodi di soluzioni e alla loro realizzazione.</p>				
Obiettivi specifici				
<p>Conoscenza e comprensione: Lo studente apprenderà alcune tecniche avanzate di controllo utilizzate in settori della robotica nei quali i docenti svolgono attività di ricerca.</p>				
<p>Applicare conoscenza e comprensione: Lo studente sarà in grado di analizzare e progettare sistemi di controllo complessi a problematiche di controllo avanzato in ambito robotico.</p>				
<p>Capacità critiche e di giudizio: Lo studente sarà in grado di valutare alcune metodologie utilizzate nei diversi settori robotici applicativi illustrati.</p>				
<p>Capacità comunicative: Le attività del corso metteranno lo studente in grado di comprendere e condividere possibili soluzioni adottate in ambito della ricerca nei diversi settori applicativi illustrati.</p>				
<p>Capacità di apprendimento: Le modalità di svolgimento del corso mirano a creare una capacità di progettare sistemi di controllo complessi nell'ambito della robotica avanzata.</p>				
1022858 MACHINE LEARNING	2°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
<p>Obiettivi formativi</p> <p>Obiettivi generali:</p> <p>L'obiettivo del corso è presentare un ampio spettro di metodi e algoritmi di apprendimento automatico, discutendone le proprietà e i criteri di applicabilità e di convergenza. Si presentano anche diversi esempi di impiego efficace delle tecniche di apprendimento automatico in diversi scenari applicativi.</p> <p>Gli studenti avranno la capacità di risolvere problemi di apprendimento automatico, partendo da una corretta formulazione del problema, con la scelta di un opportuno algoritmo, e sapendo condurre un'analisi sperimentale per valutare i risultati ottenuti.</p> <p>Obiettivi specifici:</p> <p>Conoscenza e comprensione:</p> <p>Fornire un'ampia panoramica sui principali metodi e algoritmi di apprendimento automatico per i problemi di classificazione, regressione, apprendimento, non-supervisionato e apprendimento per rinforzo. I diversi problemi affrontati vengono definiti formalmente e vengono fornite sia le basi teoriche sia informazione tecniche per comprendere le soluzioni adottate.</p> <p>Applicare conoscenza e comprensione:</p> <p>Risolvere problemi specifici di apprendimento automatico a partire da insiemi di dati, mediante l'applicazione delle tecniche studiate. Lo svolgimento di due homework (piccoli progetti da svolgere a casa) consente agli studenti di applicare le conoscenze acquisite.</p> <p>Capacità critiche e di giudizio:</p> <p>Essere in grado di valutare la qualità di un sistema di apprendimento automatico usando opportune metriche e metodologie di valutazione.</p> <p>Capacità comunicative:</p> <p>Produrre un rapporto tecnico che descrive i risultati degli homework, acquisendo quindi la capacità di comunicare i risultati ottenuti dall'applicazione delle conoscenze acquisite nella soluzione di un problema specifico.</p> <p>Assistere ad esempi di comunicazione e condivisione dei risultati raggiunti in applicazioni reali forniti da esperti all'interno di seminari erogati durante il corso.</p> <p>Capacità di apprendimento:</p> <p>Approfondimento autonomo di alcuni argomenti presentati nel corso tramite lo svolgimento di homework, con possibilità anche di lavorare insieme ad altri studenti (lavoro di gruppo) per risolvere problemi specifici.</p>				
10592976 ADVANCED METHODS IN CONTROL	2°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
Il corso presenta metodi avanzati di controllo per sistemi con ritardi e con parametri non noti.				
Obiettivi specifici				
Conoscenza e comprensione:				
Lo studente apprenderà tecniche avanzate di controllo per sistemi con ritardi e parametri incogniti				
Applicare conoscenza e comprensione:				
Lo Studente deve essere in grado, a partire dai dati disponibili, di elaborare algoritmi avanzati di controllo in presenza di ritardi e di parametri incogniti.				
Capacità critiche e di giudizio:				
Lo Studente sarà in grado di analizzare e formulare un problema di controllo avanzato, modellarlo e proporre la migliore strategia di controllo, implementandola per valutarne i risultati				
Capacità comunicative:				
Le attività del corso consentiranno allo Studente di comunicare e condividere le principali problematiche in specifici campi di applicazione, evidenziando le scelte progettuali, i relativi punti di forza e punti deboli				
Capacità di apprendimento:				
Le modalità di svolgimento del corso mirano a potenziare le capacità critiche dello Studente, dall'analisi di un problema, allo studio della letteratura, alla fase progettuale e di implementazione.				
1041427 CONTROL OF AUTONOMOUS MULTI-AGENT SYSTEMS	2°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali				
Il corso verte sulla modellistica, l'analisi e il controllo dei sistemi multi-agente, con particolare riferimento alle reti/sistemi di comunicazione, energia, salute e ai sistemi multi-robot.				
Obiettivi specifici				
Conoscenza e comprensione: Lo studente apprenderà i metodi di base per la modellistica, l'analisi e il controllo dei sistemi multi-agente, con particolare attenzione alle strategie di controllo distribuite. Nella prima parte del corso saranno presentate applicazioni relative alle reti/sistemi di comunicazione, energia, salute; nella seconda parte, vengono considerati esplicitamente i sistemi multi-robot, sia terrestri e aerei.				
Applicare conoscenza e comprensione: Lo studente sarà in grado di analizzare e progettare architetture e algoritmi per il controllo di sistemi multi-agente in vari campi applicativi.				
Capacità critiche e di giudizio: Lo studente sarà in grado di scegliere la metodologie di controllo più adatta a un problema specifico e di valutare la complessità della soluzione proposta.				
Capacità comunicative: Le attività del corso permettono allo studente di essere in grado di comunicare/condividere le principali problematiche inerenti le reti e i sistemi presentati nel corso, nonché le possibili scelte progettuali per il controllo di tali reti/sistemi.				
Capacità di apprendimento: Le modalità di svolgimento del corso mirano a creare una forma mentis dello studente orientata al controllo di sistemi complessi su reti, combinando in maniera opportuna, metodologie provenienti dall'automatica e da vari altri ambiti dell'ingegneria. Inoltre, il corso prevede la possibilità di effettuare tesine applicative su argomenti correlati a progetti portati avanti dal gruppo di ricerca coordinati dai docenti; nell'ambito di tali attività, gli studenti acquisiranno capacità di collaborare in gruppo.				

Obiettivi formativi

La laurea magistrale in Control Engineering è l'unica attualmente erogata dalla Sapienza nella classe dell'Ingegneria dell'Automazione (LM-25). Le sue caratteristiche di interdisciplinarietà e la rigorosa impostazione metodologica la rendono adatta ad essere fruita da studenti che abbiano conseguito la laurea di primo livello in tutti i settori dell'ingegneria dell'informazione e dell'ingegneria industriale, nonché nelle facoltà di matematica e fisica. Le metodologie fondanti dell'Automatica (la modellistica e l'identificazione dei sistemi dinamici, la misura e il filtraggio in linea di informazioni sensoriali, l'uso generalizzato del feedback per stabilizzare il comportamento e ottimizzare le prestazioni di un processo, il controllo automatico integrato nella fase di progetto dei sistemi) sono pervasive in diversi settori dell'Ingegneria e spesso indispensabili per abilitare l'efficacia di molte altre tecnologie in applicazioni avanzate, nell'ambito della automazione industriale o dei servizi. L'Automatica svolge un ruolo strategico per uno sviluppo sostenibile nelle economie avanzate, come ad esempio nel campo della gestione dell'energia e delle reti di comunicazione e trasporto (smart grids), delle energie alternative, dell'automotive, della mecatronica (embedded systems), delle applicazioni bio-mediche, della robotica, o nell'ambito della Future Internet. In tali settori emergenti dell'automazione si presentano processi complessi, di natura ibrida e incerta, con dinamiche non lineari e/o di difficile modellazione, che richiedono azioni di controllo spesso distribuite ma mutuamente coordinate, effettuate sulla base di informazioni incomplete e/o rumorose. Le funzionalità sensoristiche e di attuazione sempre più avanzate e le capacità sempre più elevate di elaborazione in tempo reale, entrambe accessibili a costi relativamente contenuti, rendono ora possibile l'applicazione di tecniche di controllo innovative, indispensabili per soddisfare le nuove richieste di prestazioni di alta qualità, affidabilità e sostenibilità energetica. L'approccio metodologico all'analisi e al progetto dei sistemi complessi di controllo automatico e la capacità di realizzare implementazioni di tali sistemi che tenga conto della natura specifica dei diversi ambiti applicativi sono i due cardini della formazione in Control Engineering. D'altra parte, una preparazione interdisciplinare e una forma mentis orientata verso la massima versatilità sono fattori necessari per il successo dei laureati magistrali in gran parte degli attuali e futuri contesti lavorativi sempre più eterogenei nel settore dell'ICT e dell'automazione in generale, a livello nazionale e internazionale. Oltre alle conoscenze

specifiche del settore, costituiscono parti fondamentali dell'offerta formativa gli aspetti teorico-scientifici necessari a descrivere e a interpretare i problemi dell'ingegneria, lo sviluppo di capacità di ideazione, pianificazione, progettazione e gestione di sistemi, processi e servizi, lo sviluppo di capacità di sperimentazione e innovazione scientifica, la conoscenza e l'uso fluente della lingua inglese. Costituisce un elemento di completamento essenziale della formazione la tesi di laurea magistrale, che permette al laureando di applicare la pluralità di nozioni e metodologie acquisite in un campo di applicazione industriale o scientifico e che dimostra la padronanza degli argomenti, la capacità di operare in modo autonomo e un buon livello di comunicazione. Il percorso formativo è orientato alla fruibilità della laurea magistrale in ambito internazionale, fruibilità garantita dalla quantità e dalla qualità delle relazioni internazionali di ricerca facenti capo ai docenti, nonché dall'erogazione in lingua inglese. Il percorso formativo è inoltre orientato a mantenere una stretta connessione con il tessuto lavorativo, connessione garantita da gran numero e prestigio dei progetti di ricerca applicata di cooperazione tra università e azienda nazionali e, soprattutto, internazionali in cui i docenti sono coinvolti. Il laureato magistrale in Control Engineering avrà livello di preparazione adeguato per una sua collocazione in contesti di ricerca sia di base che applicata, sia presso università e centri di ricerca che presso settori aziendali di ricerca e sviluppo, sia in ambito nazionale che internazionale. Infine è importante sottolineare che la laurea magistrale in Control Engineering fa parte di una rete italo-francese per l'acquisizione del doppio-titolo presso selezionate Università e 'Grandes Ecoles' di Parigi, Grenoble, Tolosa, Nantes e Nizza. L'accordo tra La Sapienza e gli Istituti francesi definisce le modalità operative e la lista dei titoli di secondo livello, 'Maitrise', e titolo dell'Ecole che può essere acquisito presso ciascuno degli Istituti che partecipano all'accordo.

Profilo professionale

Profilo

Ingegnere responsabile della gestione di impianti automatizzati e esperto di ottimizzazione di processi

Funzioni

A partire dalla conoscenza delle metodologie di modellistica, analisi e progetto dei sistemi di controllo automatico, l'ingegnere automatico si occupa della concezione, realizzazione tecnologica e gestione di impianti automatizzati di produzione manifatturiera, di sistemi di controllo e supervisione di processi industriali a ciclo continuo (ad es., in impianti chimici o altiforni) e della loro ottimizzazione.

Competenze

In questo ambito, l'ingegnere automatico: - analizza, progetta, realizza e verifica le prestazioni di sistemi di controllo automatico per impianti industriali di produzione manifatturiera a lotti o a ciclo continuo; - è in grado di interagire efficacemente con gli esperti dei diversi settori applicativi, al fine di comprendere le specifiche esigenze di progetto; - è in grado di descrivere in modo chiaro e comprensibile le soluzioni e gli aspetti tecnici del proprio ambito di competenze agli utenti finali e agli organi decisionali; - sa addestrare collaboratori, coordinare e partecipare a gruppi di progetto nell'industria, pianificare e condurre la formazione; - è in grado di utilizzare in modo fluente la lingua inglese, in forma scritta e orale, con riferimento anche ai lessici disciplinari.

Sbocchi lavorativi

In questo ambito, la Laurea magistrale in Ingegneria automatica consente di trovare occupazione presso: - grandi aziende multinazionali con impianti di produzione a elevata automazione; - aziende della piccola e media industria (PMI) con esigenze di automazione; - società produttrici di componenti e sistemi per l'automazione (regolatori industriali, sensori intelligenti, attuatori elettrici, idraulici, pneumatici, macchine utensili); - società utilizzatrici dei prodotti dell'automazione, quali pubblica amministrazione e società produttrici di beni di consumo; - società o enti per il monitoraggio e il controllo dell'impatto ambientale dei sistemi di produzione industriale; - società di ingegneria per l'automazione e la consulenza aziendale; - università e centri di ricerca operanti nei settori dell'informazione e dell'automazione.

Frequentare

Laurearsi

La prova finale potrà essere inerente a un'attività progettuale o di tirocinio, in media della durata di 6 mesi, presso una struttura industriale o presso i laboratori stessi dell'università. L'esame finale di laurea consiste nella presentazione e discussione di un progetto elaborato con caratteri di originalità e di una relazione supervisionata da un docente di riferimento. Il lavoro svolto dovrà dimostrare che lo studente ha raggiunto una padronanza delle metodologie proprie dell'ingegneria automatica e/o della loro applicazione in un settore specifico a un livello di competenza in linea con le esigenze imposte dai processi di innovazione tecnologica. La prova finale sarà impostata in maniera tale da costituire una credenziale importante per l'inserimento del laureato nel tessuto lavorativo.

Organizzazione

Presidente del Corso di studio - Presidente del Consiglio di area didattica

Francesco Delli Priscoli

Tutor del corso

ALESSANDRO DE LUCA
FRANCESCO DELLI PRISCOLI
STEFANO BATTILOTTI

Manager didattico

Antonella Palombo

Rappresentanti degli studenti

Mirko Bendetti
Camilla Bianchi
Dumitru Demerji

Docenti di riferimento

FRANCESCO DELLI PRISCOLI
ALESSANDRO DE LUCA
ANTONIO PIETRABISSA
STEFANO BATTILOTTI
LEONARDO LANARI
ANDREA CRISTOFARO

Regolamento del corso

Regolamento Didattico Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Automatica (Master of Science in Control Engineering) Classe LM 25 Ingegneria dell'Automazione Ordine degli Studi 2024-25 Anni attivati: I e II anno

Obiettivi formativi specifici La Laurea Magistrale in Ingegneria Automatica, l'unica erogata dalla Sapienza nella classe dell'Ingegneria dell'Automazione (LM-25), si colloca in un percorso formativo che inizia con una laurea di primo livello tipicamente, ma non necessariamente, in Ingegneria Informatica e Automatica (BIAR), e si conclude con il Dottorato in Automatica, Bioingegneria e Ricerca Operativa, entrambi erogati dal Dipartimento di Ingegneria Informatica, Automatica e Gestionale (DIAG). Il corso di studio è erogato completamente in lingua inglese (Master of Science in Control Engineering). Le caratteristiche di interdisciplinarietà della Laurea Magistrale in Ingegneria Automatica e la sua rigorosa impostazione metodologica la rendono adatta ad essere fruita da studenti che abbiano conseguito la laurea di primo livello in tutti i settori dell'ingegneria dell'informazione e dell'ingegneria industriale, nonché nelle facoltà di matematica e fisica. Le metodologie fondanti dell'Automatica (la modellistica e l'identificazione dei sistemi dinamici, la misura e il filtraggio in linea di informazioni sensoriali, l'uso generalizzato del feedback per stabilizzare il comportamento e ottimizzare le prestazioni di un processo, il controllo automatico integrato nella fase di progetto dei sistemi) sono pervasive in diversi settori dell'Ingegneria e spesso indispensabili per abilitare l'efficacia di molte altre tecnologie in applicazioni avanzate, nell'ambito della automazione industriale o dei servizi. L'Automatica svolge un ruolo strategico per uno sviluppo sostenibile nelle economie avanzate, come ad esempio nel campo della gestione dell'energia e delle reti di comunicazione e trasporto (smart grids), delle energie alternative, dell'automotive, della mecatronica (embedded systems), delle applicazioni bio-mediche, della robotica, o nell'ambito della Future Internet. In tali settori emergenti dell'Automazione si presentano processi complessi, di natura ibrida e incerta, con dinamiche non lineari e/o di difficile modellazione, che richiedono azioni di controllo spesso distribuite ma mutuamente coordinate, effettuate sulla base di informazioni incomplete e/o rumorose. Le funzionalità sempre più avanzate dei sensori e degli attuatori e le capacità sempre più elevate di elaborazione in tempo reale, entrambe accessibili a costi relativamente contenuti, rendono ora possibile l'applicazione di tecniche di controllo innovative, indispensabili per

soddisfare le nuove richieste di prestazioni di alta qualità, affidabilità e sostenibilità energetica. L'approccio metodologico all'analisi e al progetto dei sistemi complessi di controllo automatico e la capacità di realizzare implementazioni di tali sistemi che tenga conto della natura specifica dei diversi ambiti applicativi sono i due cardini della formazione in Control Engineering. D'altra parte, una preparazione interdisciplinare e una forma mentis orientata verso la massima versatilità sono fattori necessari per il successo dei laureati magistrali in gran parte degli attuali e futuri ambiti lavorativi sempre più eterogenei nel settore dell'ICT e dell'Automazione in generale, a livello nazionale e internazionale. Oltre alle conoscenze specifiche del settore, costituiscono parti fondamentali dell'offerta formativa gli aspetti teorico-scientifici necessari a descrivere e a interpretare i problemi dell'Ingegneria, lo sviluppo di capacità di ideazione, pianificazione, progettazione e gestione di sistemi, processi e servizi, lo sviluppo di capacità di sperimentazione e innovazione scientifica, la conoscenza e l'uso fluente della lingua inglese. Costituisce un elemento di completamento essenziale della formazione la tesi di laurea magistrale, che permette al laureando di applicare la pluralità di nozioni e metodologie acquisite in un campo di applicazione industriale o scientifica, e ne dimostra la padronanza degli argomenti, la capacità di operare in modo autonomo e il buon livello di comunicazione. Requisiti di ammissione Possono accedere al corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Automatica i laureati che abbiano conseguito almeno 96 CFU complessivamente nei settori: - MAT/01-/02-/03-/05-/06-/07-/08-/09; - FIS/01-/02-/03; - CHIM/01-/02-/03-/04-/06-/07; - ING-INF/01-/02-/03-/04-/05-/06-/07; - ING-IND/03-/04-/05-/06-/07-/09-/10-/13-/17-/31-/32-/33-/34-/35. Nell'ambito dei 96 CFU suddetti, è fortemente consigliato l'aver acquisito durante la laurea triennale almeno 15 CFU in materie dei settori scientifico-disciplinari ING-INF/04 (Automatica), ING-IND/13 (Meccanica applicata alle macchine) e ING-IND/32 (Convertitori, macchine e azionamenti elettrici). In particolare, sono necessari 9 CFU in ING-INF/04 (Automatica), acquisiti ad esempio con gli insegnamenti di Fondamenti di Automatica, Teoria dei Sistemi, Controlli Automatici o simili. In alternativa, occorre dimostrare una buona conoscenza dei contenuti di tali corsi di base dell'Automatica, assieme ai principi dell'automazione dei processi e degli azionamenti elettrici. E' inoltre richiesta una discreta padronanza, in forma scritta e parlata, della lingua inglese almeno al livello di competenza B2. L'eventuale verifica della adeguatezza della personale preparazione dei candidati avverrà tramite colloquio. Per l'ammissione non è prevista una media minima alla laurea triennale. Norme su passaggi e trasferimenti I passaggi ad anni successivi, il passaggio al nuovo ordinamento di studenti immatricolati a ordinamenti precedenti, i trasferimenti, le eventuali modalità di riconoscimento e altro saranno esaminati dal Consiglio del Corso di Studio in Ingegneria Automatica. Descrizione del percorso Il percorso formativo è orientato alla fruibilità della laurea magistrale in ambito internazionale, fruibilità garantita dalla quantità e dalla qualità delle relazioni internazionali di ricerca che fanno capo ai docenti, e dall'erogazione del corso di studio in lingua inglese. Il percorso formativo è inoltre orientato a mantenere una stretta connessione con il tessuto lavorativo, garantita dal grande numero e dal prestigio dei progetti di ricerca applicata di cooperazione tra università e aziende nazionali e, soprattutto, internazionali in cui i docenti sono coinvolti. Il laureato magistrale in Ingegneria Automatica avrà un livello di preparazione adeguato per potersi collocare in contesti di ricerca di base o applicata, sia presso università e centri di ricerca sia presso settori aziendali di ricerca e sviluppo, in ambito nazionale e internazionale. Prova finale La prova finale potrà riguardare un'attività progettuale o di tirocinio, in media della durata di 6 mesi, presso una struttura industriale o presso i laboratori stessi dell'Università. L'esame finale di laurea consiste nella presentazione in lingua inglese e discussione di un progetto e di una relazione supervisionata da un docente di riferimento. Il lavoro svolto dovrà dimostrare che lo studente ha raggiunto una padronanza delle metodologie proprie dell'Ingegneria Automatica e/o della loro applicazione in un settore specifico, a un livello di competenza in linea con le esigenze imposte dai processi di innovazione tecnologica. La prova finale sarà impostata in maniera tale da costituire una credenziale importante per l'inserimento del laureato nel tessuto lavorativo. Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati Gli sbocchi professionali per il laureato magistrale in Ingegneria Automatica sono quelli della progettazione avanzata dei sistemi di controllo automatico di processi complessi; della gestione dei sistemi industriali, della produzione e dei servizi; del progetto di sistemi di controllo in diversi contesti, quali la gestione dell'energia, delle reti di comunicazione e di trasporto (smart grids); dello sfruttamento ottimale delle energie alternative; dell'automotive, della mecatronica, dell'aerospazio (embedded systems); del monitoraggio e controllo dell'ambiente; delle applicazioni bio-mediche; della robotica. Tali funzioni progettuali sono necessarie sia nelle imprese manifatturiere o di servizi, sia nelle amministrazioni pubbliche, sia nella libera professione. L'erogazione in lingua inglese e la caratterizzazione internazionale del Master of Science in Control Engineering favoriscono una formazione del laureato magistrale adatta ad una collocazione sia presso aziende nazionali inserite in contesti internazionali, sia presso aziende internazionali. La rigorosa impostazione metodologica facilita l'inserimento del laureato magistrale in contesti di ricerca sia di base che applicata, sia presso università e centri di ricerca che presso settori aziendali di ricerca e sviluppo. A titolo esemplificativo, la laurea magistrale consente di trovare occupazione presso: - società produttrici di componenti e sistemi per l'automazione (sistemi di automazione e controllo, macchine utensili e sistemi robotici, automotive, aerospazio) e utilizzatrici dei prodotti dell'automazione, quali pubblica amministrazione, società produttrici di beni di consumo, sistemi di trasporto; - società per il progetto, il controllo e la gestione di reti di comunicazione (per esempio, operatori di telecomunicazione, società manifatturiere, fornitori di servizi e contenuti), di reti di distribuzione

dell'energia e di reti di trasporto; - università e centri di ricerca operanti nei settori dell'informazione e dell'automazione; - società di ingegneria per l'integrazione e la consulenza aziendale; - società o enti di gestione di contenuti e servizi. Profili professionali corrispondenti, a titolo esemplificativo, sono: - ingegnere progettista di sistemi di controllo per reti di energia, comunicazione o trasporto; - ingegnere responsabile della gestione di impianti automatizzati; - ingegnere progettista di sistemi robotici, meccatronici, spaziali; - ingegnere esperto di ottimizzazione di processi; - ingegnere esperto di sistemi bio-medicali. Informazioni generali Programmi, propedeuticità e testi d'esame: Il programma degli insegnamenti e le altre informazioni didattiche sono consultabili sul sito <http://www.diag.uniroma1.it/automatica>. Servizi di tutorato: Il corso di studio si avvale dei servizi di tutorato messi a disposizione della Facoltà. I docenti del corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Automatica svolgono attività di tutor a supporto degli studenti. Sul sito del corso sono pubblicati i nomi e gli orari di ricevimento dei tutor. Per la realizzazione di tirocini formativi e di orientamento in azienda (o in istituti di ricerca esterni) è prevista la nomina di un tutor accademico e di un tutor aziendale che ne seguono lo svolgimento. Valutazione della qualità: Il Corso di studio, in collaborazione con la Facoltà, svolge una rilevazione dell'opinione degli studenti frequentanti per tutti gli insegnamenti di sua competenza. Il sistema di rilevazione è integrato con un percorso di qualità la cui responsabilità è affidata al comitato di monitoraggio e al team di qualità di corso di studio. I risultati delle rilevazioni e delle analisi comitato di monitoraggio e del team di qualità sono utilizzati per promuovere azioni di miglioramento delle attività formative. Requisito sul numero massimo di verifiche In ogni caso le scelte effettuate dallo studente comportano un numero massimo di 12 verifiche didattiche (esami). Gli esami sugli insegnamenti a scelta sono computati a tal fine come una sola unità. Tipologia delle forme didattiche adottate e modalità di verifica della preparazione Per ciascun insegnamento possono essere previste lezioni frontali, esercitazioni, laboratori, lavori di gruppo, e ogni altra attività che il docente ritenga utile alla didattica. La verifica della preparazione per ciascun insegnamento avviene di norma attraverso un esame, che può prevedere prove orali e/o scritte secondo le modalità definite dal docente e comunicate insieme al programma. Modalità di frequenza anche in riferimento agli studenti Gli studenti che sono impegnati contestualmente in altre attività possono richiedere di fruire dell'istituto del part-time e conseguire un minor numero di crediti annui, in luogo dei 60 previsti di norma. Le modalità relative all'istituto del part-time sono indicate nel Regolamento di Ateneo. Per la regolazione dei diritti e dei doveri degli studenti part-time si rimanda alle norme generali stabilite. Modalità di verifica dei periodi di studio all'estero I corsi seguiti nelle Università estere con le quali la Facoltà di Ingegneria dell'Informazione, Informatica e Statistica abbia in vigore accordi, progetti e/o convenzioni, sono riconosciuti secondo le modalità previste dagli accordi. Gli studenti possono, previa autorizzazione del Consiglio del Corso di studio, svolgere un periodo di studio all'estero nell'ambito del progetto Erasmus+. In conformità con il Regolamento Didattico di Ateneo, nel caso di studi, esami e titoli accademici conseguiti all'estero, il Consiglio del Corso esaminerà di volta in volta il programma ai fini dell'attribuzione dei crediti nei corrispondenti settori scientifici disciplinari. Sito web del corso di studio Informazioni sugli insegnamenti, docenti, programmi, esami, trasferimenti ecc., nonché sulle iniziative del Corso di studio sono reperibili sul sito www.diag.uniroma1.it/automatica.

Assicurazione qualità

Consultazioni iniziali con le parti interessate

Le aziende sono state consultate, a livello di Facoltà, sistematicamente a partire dal 2006 attraverso il Protocollo di Intesa 'Diamoci Credito', ora Figi riconfermato il giorno 11/07/08. Le aree di interesse individuate sono: la progettazione e la valutazione dei corsi di studio per sviluppare un'offerta adeguata all' esigenze del mondo del lavoro, l'integrazione delle competenze delle imprese nel processo formativo dei corsi di laurea, l'orientamento degli studenti in ingresso e in uscita, l'attivazione di programmi di ricerca d' interesse tra Dipartimenti e grandi imprese. Il 2/12/08 il comitato di indirizzo e controllo si è riunito per l'esame conclusivo dell' offerta formativa 2009/10. L'offerta è stata approvata. La società Tecnip il 05/12/2008 ha espresso parere favorevole all'istituzione del corso. Nell'incontro finale della consultazione a livello di Ateneo del 19 gennaio 2009, considerati i risultati della consultazione telematica che lo ha preceduto, le organizzazioni intervenute hanno valutato favorevolmente la razionalizzazione dell'Offerta Formativa della Sapienza, orientata, oltre che ad una riduzione del numero dei corsi, alla loro diversificazione nelle classi che mostrano un'attrattività elevata e per le quali vi è una copertura di docenti più che adeguata. Inoltre, dopo aver valutato nel dettaglio l'Offerta Formativa delle Facoltà, le organizzazioni stesse hanno espresso parere favorevole all'istituzione dei singoli corsi.

Consultazioni successive con le parti interessate

Per quanto riguarda le consultazioni effettuate nell'ambito del CdS in Ingegneria Automatica (il CdS che gestisce la laurea magistrale in Control Engineering), numerosissime aziende nazionali ed internazionali sono state contattate. In particolare, a livello nazionale, si sono mantenute intense consultazioni con le società TIM, Leonardo, Enel, IREN, Thales Alenia Space Italia (TASI), Telespazio, Ospedale Pediatrico Bambino Gesù, Technip, Elis, On-Air, Whoosnap, GS Automation; a livello internazionale, si sono mantenuti intensi contatti con le società CEA (F), ArianeGroup (F), CNES (F), Eurecat (E). Queste consultazioni hanno portato direttamente o indirettamente ai seguenti risultati estremamente importanti per il CdS: - l'assunzione di numerosi neo-laureati magistrali in Control Engineering in soddisfacenti posizioni lavorative presso le suddette aziende; tali neo-laureati hanno spesso mantenuto strette collaborazioni con la Sapienza in termini di produzione di articoli scientifici, supporto alla didattica (attraverso seminari e/o co-relazione di tesi di laurea, etc.), coinvolgimento della Sapienza in comuni progetti di ricerca; - la partecipazione di docenti di Automatica, assegnisti, dottorandi, borsisti, contrattisti e studenti a progetti di ricerca applicata con le aziende suddette, progetti finanziati dall'Unione Europea, dal MIMIT, dal MUR e dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA); i relativi finanziamenti hanno permesso ad un gran numero di studenti del corso di Control Engineering di rimanere nell'ambito universitario dopo la laurea magistrale (attraverso assegni di ricerca, borse di studio, contratti) con importanti ricadute in termini di articoli scientifici e di altri prodotti di ricerca. Tra gli esempi più significativi e recenti si annoverano 5 grandi progetti del programma europeo Horizon 2020 (Bonvoyage, Atena, 5G-AllStar, Sesame, 5G Solutions), un progetto del programma europeo Horizon Europe (Nancy) due progetti MISE/MIMIT (Clips, Caduceo), due progetti ESA (Aries, Vadus), un grande progetto PON-MUR (Platino) e, infine, alcuni progetti di collaborazione diretta con TASI; - numerose metodologie e applicazioni derivanti dalle consultazioni e dai relativi progetti che ne sono scaturiti (di cui al punto precedente) sono diventati parte integrante di insegnamenti erogati da Sapienza (per esempio, l'insegnamento di Applicazioni dell'Automatica della laurea in ingegneria informatica ed automatica, gli insegnamenti di Process Automation, Intelligent and Hybrid Control, Control of Communication and Energy Networks e Control of Autonomous Multi-Agent Systems della laurea magistrale in Control Engineering, l'insegnamento di Systems and Control Methods for Cyber-Physical Security della laurea magistrale in Cybersecurity). Inoltre, nell'ambito dei progetti di cui al punto precedente, moltissime tesi di laurea di primo e secondo livello, nonché un gran numero di tesine, sono state sviluppate dagli studenti di Control Engineering. Per quanto invece riguarda le consultazioni effettuate dall'amministrazione centrale della Sapienza, sono state compiute le azioni qui di seguito riportate con i relativi risultati conseguiti. La consultazione sul progetto formativo per l'a.a. 2016/17 dei corsi di studio della Facoltà è avvenuta nel modo seguente: - N.1 incontro con le Organizzazioni rappresentative della produzione di beni e servizi e delle professioni in data 10.03.2016 organizzato dalla Presidenza per tutti i corsi di laurea della Facoltà. All'incontro erano presenti, oltre al Preside, al Vice Preside, al Manager Didattico e ai Presidenti di CAD/CdS, le seguenti organizzazioni rappresentative: 5 Emme informatica (Manager e Responsabile area prodotti), BIC Lazio S.p.A. (Responsabile Staff operativo), Cineca - SCIA (Information and knowledge management services), Exaltech - Impresa Latina (Co-fondatore e Vice Presidente), Ey (Reclutatrice risorse umane), GSE - Gestore servizi energetici (Ingegnere gestionale), IBM (Business Development Executive), INFO EDGE, Istituto Italiano degli Attuari (Segretario Generale), Istituto

Nazionale della Previdenza Sociale (Coordinatore Sezione statistico-attuariale), KYDEA - impresa di Latina (CTO & Co-founder), Lait Regione Lazio (Amministratore unico), NS12 (Responsabile Marketing & Comunicazione), NttData (Responsabile HR), Ordine Nazionale degli Attuari (Presidente), SAS (SAS Academic Program manager), Telecom Italia/TIM (Strategy & Innovation - Market & Service Scenario e Risorse umane Senior Consultant). - Indagine di Cesop Communication sulla conoscenza e la percezione che le aziende italiane hanno della formazione erogata dai corsi di studio della Facoltà di Ingegneria dell'informazione, Informatica e Statistica. La ricerca ha avuto come scopo quello di effettuare una prima indagine di sfondo su due aspetti dei corsi della Facoltà: la notorietà dei corsi e la qualità percepita. L'indagine si è svolta attraverso la somministrazione di un questionario on-line con sistema CAWI ipostat-interview (domande standard e batterie con scala a intervalli da 1 a 10). Le aree del questionario riguardavano: - mercato del lavoro - esame dell'offerta formativa dei corsi della Facoltà - competenze (hard skill e soft skill) Il questionario è stato inviato a personale con funzioni decisionali nelle risorse umane di aziende operanti in Italia (addetti HR). Le aziende contattate sono state 3800, ma solo 100 questionari sono stati ritenuti validi. I casi non sono stati pesati rispettando i valori presenti nell'universo statistico di riferimento poiché solamente il 73% ha compilato i dati di base (area geografica e grandezza dell'azienda). Il dato che maggiormente si è riscontrato è stato la mancata conoscenza dell'offerta formativa della Facoltà. Questo elemento ha condizionato fortemente tutta l'indagine. Dei 73 intervistati che hanno indicato le caratteristiche base, 16 addetti provengono da piccole aziende, 15 da medie e 42 da grandi aziende. Dal nord hanno risposto in 38 unità, mentre dal centro 31 e solo 4 dal Sud e Isole. La maggioranza dei rispondenti (25 su 73 dichiaranti i dati di base) è occupato in un'azienda del settore IT (information technology). Le aziende del campione operano nei seguenti settori: Information Technology (34.7%), Industriale - manifatturiero - Trasporti (19.4%), Consulenza e revisione aziendale (15.3%), Media e comunicazione (9.7%), Chimico - Farmaceutico - biomedicale (6.9%), Grande distribuzione (5.6%), Istituzioni pubbliche (5.6%), Finanziario - assicurativo (2.8%). Dalle consultazioni è emerso quanto segue: - Alle organizzazioni presenti il 10.03.2016 è stata fornito un opuscolo della Facoltà nel quale, per ogni corso di laurea e laurea magistrale, oltre ad essere indicato il sito web del corso, erano illustrate le finalità del corso, il percorso formativo e gli sbocchi occupazionali. Tale documentazione è stata inviata in data 17.02.2016. Nel corso dell'incontro sono stati posti i seguenti temi per la valutazione dei fabbisogni formativi e degli sbocchi professionali offerti dai corsi di laurea della Facoltà: • Adeguatezza degli obiettivi formativi e delle denominazioni dei corsi di laurea • Adeguatezza delle figure professionali rispetto alle esigenze del mercato del lavoro • Sbocchi professionali attesi • Suggerimenti sugli obiettivi e sui contenuti dei corsi di studio • Opinioni sulle lauree triennali e sulla durata media dei corsi di laurea • Collaborazioni in Stage/Tirocini/Tesi/Ricerca Tutte le organizzazioni hanno ritenuto validi ed interessanti i temi trattati nei corsi della Facoltà e gli sbocchi occupazionali previsti, consigliando di aumentare però la trasversalità tra i corsi di laurea in parte già presente (nei corsi Interfacoltà e Interdipartimentali). Le organizzazioni hanno poi sottolineato come nell'offerta formativa sono presenti i temi attuali come information technology e data science, big data, internet of things (IoT) e internet of everything (IoE), smart cities, robotica, domotica, cyber security, cognitive computing, social networking, cloud analytics, mobile networking, privacy, open source, open data, open agent, auspicandone però ulteriori approfondimenti e sviluppi anche per le esigenze legate all'introduzione della cittadinanza digitale nella Pubblica amministrazione. Inoltre, è stata sottolineata l'importanza di incrementare la formazione normativa soprattutto nei corsi di area statistico e attuariale. Per quanto riguarda il tema delle soft skills, sono emerse posizioni diverse tra le grandi organizzazioni e quelle medio/piccole. Secondo le prime è necessario aumentarne la presenza anche attraverso la collaborazione con le aziende disponibili a fornire seminari da inserire nell'offerta formativa come CFU. Le piccole e medie organizzazioni, invece, ritengono che sia più importante fornire una forte formazione di base soprattutto nelle lauree di primo livello. Tutte le organizzazioni hanno sottolineato come sia importante, ai fini del collocamento sul mercato del lavoro, che gli studenti conseguano il titolo in corso e che già durante il corso di studi inizino la collaborazione con mondo del lavoro, aumentando la previsione di testimonianze aziendali all'interno dei corsi, l'attivazione di stage, di progetti di ricerca e di collaborazioni nella stesura della tesi. Per attuare questi aspetti le organizzazioni hanno manifestato la loro piena collaborazione. - Indagine Cesop Communication Dalle tre aree del questionario è emerso che: - l'88% del campione prevede di assumere nel 2016 avvalendosi di risorse con formazione proveniente dalla Facoltà di Ingegneria dell'Informazione, Informatica e Statistica. L'ingegnere informatico in particolare è la figura professionale che riscuote maggior successo (19.8% su base 88). - La conoscenza dell'offerta formativa dei corsi risulta molto bassa e per questo la comunicazione della Facoltà con le aziende dovrebbe essere incrementata (collaborazioni e incontri tra Facoltà e aziende). - Sul piano dei contenuti dell'offerta formativa le aziende, anche se di poco, premiano per importanza le soft skills rispetto alle hard skills (media 5.58 su scala 10). Tra le soft skills è la «Capacità di collaborare con gli altri in modo costruttivo» e la «Capacità di adattamento alle esigenze delle organizzazioni» quelle sulle quali la Facoltà deve e può incidere maggiormente. I CdS concordano di tenere conto delle seguenti indicazioni: - continuare ad approfondire nei corsi di laurea e laurea magistrale temi come information technology e data science, big data, internet of things (IoT) e internet of everything (IoE), smart cities, robotica, domotica, cyber security, cognitive computing, social networking, cloud analytics, mobile networking, privacy, open source, open data, open agent; - aumentare la

trasversalità e la contaminazione tra i vari corsi di laurea, soprattutto nei corsi magistrali; - incrementare l'apprendimento delle soft skills attraverso la previsione di seminari con o senza riconoscimento di CFU; - rafforzare la formazione di base, soprattutto nelle lauree di primo livello; - aumentare la conoscenza dell'offerta formativa e rafforzare il collegamento con il mondo del lavoro prevedendo maggiori testimonianze aziendali in aula, stage, incontri con aziende, tesi di laurea in azienda, progetti di ricerca che coinvolgano anche studenti soprattutto della magistrale. Alla luce di quanto emerso si ritiene che i progetti formativi dei corsi della Facoltà siano adeguatamente strutturati al proprio interno. Si ritiene inoltre che le funzioni e le competenze che caratterizzano le figure professionali a cui preparano i vari corsi della Facoltà sono descritte in modo adeguato, e costituiscono quindi una base chiara per definire i risultati di apprendimento attesi e che i risultati di apprendimento attesi specifici e quelli generici previsti dall'ordinamento sono coerenti con le esigenze professionali, in modo che la preparazione dei laureati risponda ai più ampi bisogni della società e del mercato del lavoro (domanda di formazione). Per quanto riguarda l'offerta formativa 2017/2018, nel 2017 è stato condotto da Cesop Communication un focus group per indagare gli aspetti di notorietà e qualità dei CdS della Facoltà, ed ha visto la partecipazione di 6 responsabili aziendali in una sessione di due ore. Le aree indagate sono state: • Conoscenza offerta formativa • Comunicazione e rapporti Università – Aziende • Attività aziendale relativa alla selezione e al fabbisogno professionale Le aziende coinvolte sono state Capgemini, Altran, Fater, TIM, Deloitte e Infocert. Nel 2017 le aziende hanno assunto 2000 persone con profilo coerente con quello formato dai CdS della Facoltà: il 73,5% era laureato ed il contratto maggiormente utilizzato è stato a tempo indeterminato (67,4%).

Conoscenza offerta formativa La conoscenza dell'offerta formativa dei corsi è risultata molto bassa. La conoscenza dell'offerta formativa di ciascun corso è generica e chi è risultato maggiormente preparato sui contenuti sono stati i responsabili di linea più che i responsabili recruiting. Questo elemento si ripercuote negativamente anche sulla comunicazione tra Atenei ed aziende. Comunicazione e rapporti Università – Aziende Secondo i partecipanti al focus group, la comunicazione dell'università con le aziende dovrebbe essere migliorata. Il rapporto diretto con le aziende è stato considerato il migliore mezzo per aumentare la conoscenza dell'offerta formativa. In particolare le collaborazioni e gli incontri tra università e aziende sono stati considerati i mezzi più utili per presentare i corsi. Tuttavia il mezzo che ha veicolato maggiormente queste informazioni è stata la rete. Secondo i partecipanti al focus group, vi è una mancanza di referenti certi e di una struttura dedicata alla gestione dei rapporti con le aziende. Ogni Dipartimento si autogestisce e i tempi di risposta sono troppo lunghi.

Attività aziendale relativa alla selezione e al fabbisogno professionale Nella formazione dei giovani, le aziende premiano per importanza le soft skill, anche se di poco, e non riconoscono i corsi della Sapienza in grado di formare gli studenti su queste particolari attitudini e competenze. Le skill vengono valutate dalle aziende principalmente mediante colloqui individuali. Le aziende affermano che la soft skill sulla quale le università possono incidere maggiormente è la "Capacità di adattamento alle esigenze delle organizzazioni". Anche la "Capacità di collaborare con gli altri in modo costruttivo" dovrebbe essere una soft skill ad appannaggio dei corsi universitari. A valle dei risultati dell'indagine CESOP condotta mediante focus group, i CdS concordano di tenere conto delle seguenti indicazioni: • Introdurre all'interno degli insegnamenti attività formative orientate allo sviluppo delle soft skill; • Migliorare l'awareness dell'offerta formativa dei CdS, esplicitando le competenze sviluppate in relazione alle esigenze del mondo del lavoro; • Migliorare l'awareness e il rapporto università/aziende sviluppando la collaborazione e gli incontri con le aziende; • Sviluppare una attività di "marketing" dei CdS maggiormente strutturata.

Organizzazione e responsabilità della AQ del Cds

Il Sistema di Assicurazione Qualità (AQ) di Sapienza è descritto diffusamente nelle Pagine Web del Team Qualità consultabili all'indirizzo <https://www.uniroma1.it/it/pagina/team-qualita>. Nelle Pagine Web vengono descritti il percorso decennale sviluppato dall'Ateneo per la costruzione dell'Assicurazione Qualità Sapienza, il modello organizzativo adottato, gli attori dell'AQ (Team Qualità, Comitati di Monitoraggio, Commissioni Paritetiche Docenti-Studenti, Commissioni Qualità dei Corsi di Studio), i Gruppi di Lavoro attivi, le principali attività sviluppate, la documentazione predisposta per la gestione dei processi e delle attività di Assicurazione della Qualità nella Didattica, nella Ricerca e nella Terza Missione. Le Pagine Web rappresentano inoltre la piattaforma di comunicazione e di messa a disposizione dei dati di riferimento per le attività di Riesame, di stesura delle relazioni delle Commissioni Paritetiche Docenti-Studenti e dei Comitati di Monitoraggio e per la compilazione delle Schede SUA-Didattica e SUA-Ricerca. Ciascun Corso di Studio e ciascun Dipartimento ha poi facoltà di declinare il Modello di Assicurazione Qualità Sapienza definito nelle Pagine Web del Team Qualità nell'Assicurazione Qualità del CdS/Dipartimento mutuandolo ed adattandolo alle proprie specificità organizzative pur nel rispetto dei modelli e delle procedure definite dall'Anvur e dal Team Qualità. Le Pagine Web di CdS/Dipartimento rappresentano, unitamente alle Schede SUA-Didattica e SUA-Ricerca, gli strumenti di comunicazione delle modalità di attuazione del Sistema di Assicurazione Qualità a livello di CdS/Dipartimento.