



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Facoltà di DIPARTIMENTO: INGEGNERIA INFORMATICA, AUTOMATICA E GESTIONALE
"ANTONIO RUBERTI"
Corso di laurea in Ingegneria Automatica (LM-25) A.A. 2013/2014
Manifesto degli Studi

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Automatica
(Master in Control Engineering)

Classe LM 25 Ingegneria dell'Automazione

Ordine degli Studi 2013/14

Anni attivati: I anno

Obiettivi formativi specifici del Corso

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 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 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

Sono ammessi 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.

E' inoltre richiesta una discreta padronanza, in forma scritta e parlata, della lingua inglese. L'eventuale verifica della adeguatezza della personale preparazione dei candidati avverrà tramite colloquio.

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 di 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.

E' importante infine sottolineare che il Master 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 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 partecipanti (vedi <http://dis.uniroma1.it/progint>).

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 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

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 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, mecatronici, 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.dis.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 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.

[Nota: In alcune delle voci precedenti, sono riprese informazioni dal testo del corrente RAD del Corso di Studio]

Criteria seguiti nella trasformazione del corso da ordinamento 509 a 270

Il presente ordinamento recepisce le indicazioni della legge 270 e migliora il contenuto formativo del precedente ordinamento. In particolare, il percorso formativo attuale a partire da una solida formazione di base, ne amplia lo spettro delle competenze per quanto riguarda l'analisi dei sistemi complessi. Infatti, rispetto alla precedente offerta formativa, sostanzialmente limitata al settore dell'informazione, la presente offerta si sostanzia in un ampliamento, verso il settore industriale dello spettro delle applicazioni significative, facendo riferimento alla maggior parte delle competenze espresse nei diversi corsi di studio della Facoltà.

Sintesi della relazione tecnica del nucleo di valutazione

Richiamati i criteri e le procedure esposti nel riassunto della relazione generale del NVA e le note relative alle singole facoltà, acquisiti i pareri della Commissione per l'innovazione didattica, considerate le schede e la documentazione inviate dalla facoltà e dal NVF, il Nucleo attesta che questo corso soddisfa i criteri relativi alla corretta progettazione della proposta, alla definizione delle politiche di accesso, ai requisiti di trasparenza e ai requisiti di numerosità minima di studenti. Il NVA ritiene inoltre che il corso sia pienamente sostenibile rispetto alla docenza di ruolo e non di ruolo e considera pienamente adeguati il numero e la capienza delle aule, le altre strutture e i servizi di supporto esistenti che la facoltà può rendere disponibili. Il NVA attesta che la proposta soddisfa tutti i criteri ora valutabili previsti dalla normativa e dal Senato Accademico ed esprime parere favorevole all'istituzione del corso.

Consultazione con le organizzazioni rappresentative - a livello nazionale e internazionale - della produzione di beni e servizi, delle professioni

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.

Obiettivi formativi specifici del Corso

La laurea magistrale in Control Engineering, 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 Automatica e Informatica (BIAR) e si conclude con il Dottorato in Automatica e Ricerca Operativa, entrambi erogati dal Dipartimento di Ingegneria informatica, Automatica e Gestionale (DIAG). Le caratteristiche di interdisciplinarietà della laurea magistrale in Control Engineering 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 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 il laureato 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 <http://dis.uniroma1.it/progint>.

Il laureato magistrale in Control Engineering conosce gli aspetti fondamentali della teoria dell'automatica, dell'informatica e più in generale dei comparti del settore dell'informazione, avendo integrato le conoscenze acquisite durante il primo livello con approfondimenti sia di base che specialistici. In particolare il laureato magistrale conosce:

- gli aspetti teorico-scientifici della matematica e delle altre scienze di base ed è in grado di utilizzare tale conoscenza per interpretare e descrivere i problemi dell'ingegneria dei sistemi complessi e degli altri settori dell'ingegneria dell'informazione;
- gli aspetti teorico-scientifici dell'ingegneria, sia in generale sia in modo approfondito relativamente a quelli dell'ingegneria automatica, nella quale deve saper identificare, formulare e risolvere anche in modo innovativo problemi complessi che richiedono un approccio interdisciplinare;
- gli aspetti teorici ed applicativi di settori emergenti con

riferimento anche a problematiche di ricerca avanzate; • le principali metodologie e tecnologie di analisi e progetto dei sistemi complessi, che sono utilizzate nella progettazione e gestione; • l'organizzazione aziendale (cultura d'impresa) e l'etica professionale e sociale. Inoltre, il laureato magistrale in Control Engineering è in grado di elaborare nuove soluzioni tecniche a partire da quelle approfondite nel curriculum di studio e nella tesi di laurea e di contribuire in modo efficace alle attività di un gruppo di ricerca. Tali conoscenze e capacità sono valutate, per ogni insegnamento, tramite prove intermedie, discussione di lavori di gruppo o elaborati redatti singolarmente dai discenti e accertate tramite esami di tipo tradizionale.

Il titolo di Laurea Magistrale in Control Engineering consente all'ingegnere di partecipare e coordinare la concezione ed il progetto di sistemi complessi in svariati ambiti applicativi. In particolare, le sue conoscenze versatili ed interdisciplinari gli consentono di scegliere le metodologie e le tecnologie più adatte per l'ideazione, il progetto e l'implementazione di un sistema complesso nei diversi contesti applicativi; inoltre, la sua forma mentis gli consentirà di aggiornarsi continuamente, approfondendo gli aspetti connessi alle applicazioni specifiche del settore di competenza. La capacità di applicare conoscenza e comprensione dello studente è monitorata con attività di laboratorio e valutata con esami scritti/orali.

Autonomia di giudizio

Il laureato magistrale in Control Engineering ha la capacità di analizzare e progettare sistemi complessi, valutando l'impatto delle soluzioni nel contesto applicativo, sia relativamente agli aspetti tecnici che agli aspetti organizzativi. Il laureato magistrale sa inoltre valutare le implicazioni economiche, sociali ed etiche ad esse associate. La valutazione della capacità dello studente di esprimere giudizi in modo autonomo è condotta tramite la stesura di elaborati personali, sia nell'ambito dei singoli moduli che nella prova finale.

Abilità comunicative

Il laureato magistrale in Control Engineering è in grado di interagire efficacemente con specialisti di diversi settori applicativi al fine di comprenderne le specifiche esigenze nella realizzazione di soluzioni inerenti diversi campi applicativi. Il laureato magistrale è in grado di descrivere in modo chiaro e comprensibile soluzioni ed aspetti tecnici nel proprio ambito di competenze. In particolare, sa addestrare collaboratori, coordinare e partecipare a gruppi di progetto nell'industria, pianificare e condurre la formazione. Il laureato magistrale in Control Engineering è in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, la lingua inglese, con riferimento anche ai lessici disciplinari. In particolare, la didattica in lingua inglese mira a preparare gli studenti all'interazione in ambito professionale in tale lingua. L'utilizzo di lavori di gruppo permette allo studente di affinare le abilità comunicative. La valutazione complessiva delle abilità raggiunte è prevista nella prova finale.

Capacità di apprendimento

Il laureato magistrale in Control Engineering è in grado di acquisire in modo autonomo nuove conoscenze di carattere tecnico specializzato dalla letteratura scientifica e tecnica del settore, sia nell'ambito delle metodologie che nell'ambito dei diversi comparti applicativi anche estranei al proprio curriculum di formazione. Tali capacità sono sviluppate con gli strumenti didattici tradizionali, con attività di laboratorio, svolte singolarmente e in gruppo.

Requisiti di ammissione

Sono ammessi al corso di Laurea Magistrale in Control Engineering i laureati che abbiano conseguito almeno 96 CFU 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 e ING-IND/03-/04-/05-/06-/07-/09-/10-/13-/17-/31-/32-/33-/34-/35. E' inoltre richiesta una discreta padronanza, in forma scritta e parlata, della lingua inglese. Il regolamento didattico definirà le modalità per la verifica della adeguatezza della personale preparazione dei candidati.

Prova finale

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 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.

Gli sbocchi professionali per il laureato magistrale in Control Engineering 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 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 negli operatori sia nelle amministrazioni pubbliche, sia nella libera professione. L'erogazione in lingua inglese e la caratterizzazione internazionale della laurea magistrale in Control Engineering costituiscono una forte credenziale del laureato magistrale per una sua 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, sia in ambito nazionale che internazionale. 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, auto motive, aerospazio) ed 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.

Motivazioni dell'inserimento nelle attività affini di settori previsti dalla classe o Note attività affini

Il percorso formativo prevede l'integrazione della preparazione interdisciplinare dell'ingegnere automatico, assicurata dalle discipline dei SSD caratterizzanti, con competenze in diversi ambiti applicativi. Lo studente potrà completare la sua formazione in Automatica selezionando insegnamenti nel SSD ING-INF/04 indicati come affini o integrativi, che gli consentiranno in particolare un approfondimento metodologico per l'avviamento alla ricerca.

Descrizione dei metodi di accertamento

Le conoscenze degli aspetti fondamentali della teoria dell'automatica, dell'informatica e, più in generale, dei comparti del settore dell'automazione, e le capacità di elaborare soluzioni tecniche sono valutate, per ogni insegnamento, tramite prove intermedie, discussione di lavori di gruppo o elaborati redatti singolarmente dai discenti e accertate tramite esami di tipo tradizionale.

Il Corso di Studio in breve

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 da gran numero e prestigio dei progetti di ricerca ICT di cooperazione tra università e azienda nazionali e, soprattutto, internazionali in cui i docenti sono coinvolti.

Offerta didattica

Primo anno

Primo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
Gruppo opzionale: Gruppo OPZIONALE: Lo studente deve scegliere 36 Cfu (l'acquisizione è da intendersi relativa a tutta la durata del corso di studi)	B					
1041424 - NONLINEAR SYSTEMS AND CONTROL	B	ING-INF/04	12	96	AP	ENG
1041425 - SYSTEM IDENTIFICATION AND OPTIMAL CONTROL	B	ING-INF/04	12	96	AP	ENG

Secondo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
Gruppo opzionale: Gruppo OPZIONALE: Lo studente deve scegliere 36 Cfu (l'acquisizione è da intendersi relativa a tutta la durata del corso di studi)	B					
Gruppo opzionale: Gruppo OPZIONALE: Lo studente deve scegliere 18 cfu (l'acquisizione è da intendersi relativa a tutta la durata del corso di studi)	C					
1041424 - NONLINEAR SYSTEMS AND CONTROL	B	ING-INF/04	12	96	AP	ENG
1041425 - SYSTEM IDENTIFICATION AND OPTIMAL CONTROL	B	ING-INF/04	12	96	AP	ENG

Secondo anno

Primo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
Gruppo opzionale: Gruppo OPZIONALE: Lo studente deve scegliere 36 Cfu (l'acquisizione è da intendersi relativa a tutta la durata del corso di studi)	B					
Gruppo opzionale: Gruppo OPZIONALE: Lo studente deve scegliere 18 cfu (l'acquisizione è da intendersi relativa a tutta la durata del corso di studi)	C					
-- A SCELTA DELLO STUDENTE	D		12	96	AP	ENG

Secondo semestre

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
Gruppo opzionale: Gruppo OPZIONALE: Lo studente deve scegliere 36 Cfu (l'acquisizione è da intendersi relativa a tutta la durata del corso di studi)	B					
Gruppo opzionale: Gruppo OPZIONALE: Lo studente deve scegliere 18 cfu (l'acquisizione è da intendersi relativa a tutta la durata del corso di studi)	C					
AAF1044 - TIROCINIO	F		6	48	I	ENG
AAF1022 - PROVA FINALE	E		24	192	I	ENG

Dettaglio dei gruppi opzionali

Denominazione	Att. Form.	SSD	CFU	Ore	Tip. Att.	Lingua
Gruppo opzionale: Gruppo OPZIONALE: Lo studente deve scegliere 36 Cfu (l'acquisizione è da intendersi relativa a tutta la durata del corso di studi)						
1041422 - PROCESS AUTOMATION	B	ING-INF/04	6	48	AP	ENG
1023235 - ROBOTICS I	B	ING-INF/04	6	48	AP	ENG
1041453 - ROBUST CONTROL	B	ING-INF/04	6	48	AP	ENG
1041426 - MULTIVARIABLE FEEDBACK CONTROL	B	ING-INF/04	6	48	AP	ENG
1021883 - ROBOTICS II	B	ING-INF/04	6	48	AP	ENG
1041428 - DIGITAL CONTROL SYSTEMS	B	ING-INF/04	6	48	AP	ENG
1041431 - VEHICLE SYSTEM DYNAMICS	B	ING-IND/13	6	48	AP	ENG
1041429 - CONTROL OF COMMUNICATION AND ENERGY NETWORKS	B	ING-INF/04	6	48	AP	ENG
1041454 - DYNAMICS OF ELECTRICAL MACHINES AND DRIVES	B	ING-IND/32	6	48	AP	ENG

Gruppo opzionale: Gruppo OPZIONALE: Lo studente deve scegliere 18 cfu (l'acquisizione è da intendersi relativa a tutta la durata del corso di studi)						
1021883 - ROBOTICS II	C	ING-INF/04	6	48	AP	ENG
1041427 - CONTROL OF AUTONOMOUS MULTI-AGENT SYSTEMS	C	ING-INF/04	6	48	AP	ENG
1041428 - DIGITAL CONTROL SYSTEMS	C	ING-INF/04	6	48	AP	ENG
1041429 - CONTROL OF COMMUNICATION AND ENERGY NETWORKS	C	ING-INF/04	6	48	AP	ENG
1022775 - AUTONOMOUS AND MOBILE ROBOTICS	C	ING-INF/04	6	48	AP	ENG
1022858 - MACHINE LEARNING	C	ING-INF/05	6	48	AP	ENG

Legenda

Tip. Att. (Tipo di attestato): **AP** (Attestazione di profitto), **AF** (Attestazione di frequenza), **I** (Idoneità)

Att. Form. (Attività formativa): **A** (Attività formative di base), **B** (Attività formative caratterizzanti), **C** (Attività formative affini o integrative), **D** (Attività formative a scelta dello studente), **E** (Per la prova finale e la lingua straniera), **F** (Ulteriori attività formative), **R** (Affini e ambito di sede), **S** (Per stages e tirocini presso imprese, enti pubblici o privati, ordini professionali)

Obiettivi formativi

A SCELTA DELLO STUDENTE

in - Secondo anno - Primo semestre

Lo studente potrà acquisire questi crediti con un singolo esame da 12 cfu o con due esami da 6 cfu, scegliendoli su tutta l'offerta della Sapienza a condizione che siano coerenti con il percorso formativo.

(English)

The student can acquire these credits with a single exam of 12 cfu or with two exams of 6 cfu each, choosing from those offered by Sapienza and provided they are coherent with the learning path.

AUTONOMOUS AND MOBILE ROBOTICS

in - Secondo anno - Secondo semestre

Il corso fornisce una introduzione ai problemi e alle tecniche fondamentali per la robotica mobile e autonoma. Lo studente sarà in grado di analizzare e progettare architetture, algoritmi e moduli di controllo per robot mobili autonomi.

(English)

The course provides an introduction to the basic problems and techniques for autonomous mobile robots. The student will be able to analyze and design architectures, algorithms and control modules for autonomous mobile robots.

CONTROL OF AUTONOMOUS MULTI-AGENT SYSTEMS

in - Secondo anno - Primo semestre

Il corso presenta i metodi di base per la modellazione, l'analisi e il controllo dei sistemi multi-agente, con particolare attenzione alle strategie di controllo distribuite. Saranno presentate applicazioni nel controllo di reti di comunicazione e di energia, nonché di sistemi multi-robot. Lo studente sarà in grado di analizzare e progettare architetture, algoritmi e moduli per il controllo di sistemi multi-agente.

(English)

The course presents the basic methods for modeling, analyzing and controlling multi-agent systems, with special emphasis on distributed strategies. Applications will be presented in the control of communication and electrical networks as well as of multi-robot systems. The student will be able to analyze and design architectures, algorithms, and modules for controlling multi-agent systems.

CONTROL OF COMMUNICATION AND ENERGY NETWORKS

in - Secondo anno - Secondo semestre, in - Secondo anno - Secondo semestre

Il corso si propone di applicare metodologie di controllo alle reti, con l'adozione di un approccio indipendente dalla tecnologia che affronta il problema del controllo della rete prescindendo dalle specifiche tecnologie della rete stessa. Le tecniche trattate nel corso sono adatte a essere applicate nei componenti di rete al di sopra dello strato di virtualizzazione (lo strato che viene introdotto nelle reti di futura generazione per nascondere le tecnologie specifiche sottostanti). Tale approccio può quindi essere utilizzato sia nelle reti di comunicazione, sia nelle reti di distribuzione di energia. Gli studenti saranno in grado di progettare azioni di controllo per reti di comunicazione e per reti di distribuzione di energia.

(English)

The course aims at applying advanced dynamic control methodologies to networks by adopting a technology-independent abstract approach that copes with the network control problem, leaving out of consideration the specific network technologies. The techniques dealt with in the course are suited for being applied in the network components lying above the virtualization layer, namely the layer which is being introduced in future networks in order to hide the underlying technology-specific network components. Such technology-independent approach can indeed be applied both to communication and energy networks. The students will be able to design network control actions suitable for communication and energy networks.

DIGITAL CONTROL SYSTEMS

in - Secondo anno - Primo semestre, in - Secondo anno - Primo semestre

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 ed 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.

(English)

The course provides methodologies for the analysis of linear and nonlinear discrete time and sampled dynamics, the design of digital controllers with a major focus on linear systems, and implementation on embedded microcontrollers. The student will be able to compute digital models of given discrete time systems as well as digital discrete time equivalent models of continuous dynamics, to design digital control laws both for discrete and for continuous systems and to use standard microcontrollers for their implementation.

DYNAMICS OF ELECTRICAL MACHINES AND DRIVES

in - Secondo anno - Primo semestre

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.

(English)

The course aims to guide the student in the understanding of the principles of operation of electrical drives and their components. The course provides the tools for analyzing the behavior of an electrical drive at steady state and during transients. The course is completed by some design fundamentals. At the end of the course the student will be able to understand the principle of operation and analyze the behavior of an electrical drive both at steady state and during transients. The acquired knowledge will allow to addressing design and control issues of electrical drives.

MACHINE LEARNING

in - Primo anno - Secondo semestre

L'obiettivo del corso è presentare un ampio spettro di metodi ed 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. 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.

(English)

The objectives of this course are to present a wide spectrum of Machine Learning methods and algorithms, discuss their properties, convergence criteria and applicability. The course will also present many examples of successful application of Machine Learning algorithms in different application scenarios. The main outcome of the course is the capability of the students of solving a learning problem, by a proper formulation of the problem, a proper choice of the algorithm suitable to solve the problem and the execution of experimental analysis to evaluate the results obtained.

MULTIVARIABLE FEEDBACK CONTROL

in - Primo anno - Secondo semestre

Il corso fornisce gli strumenti di base per l'analisi e il controllo di sistemi lineari a più ingressi e più uscite (sistemi multivariabili). Lo studente sarà in grado di formulare e impostare la risoluzione di problemi di controllo per sistemi multivariabili con particolare attenzione alle tematiche di prestazioni e robustezza.

(English)

This course provides some basic tools for the analysis and control of multivariable linear systems. The student will be able state and solve control problems in a multi-input multi-output environment, with particular emphasis on robust stability and performance.

NONLINEAR SYSTEMS AND CONTROL

in - Primo anno - Secondo semestre

Approfondire ed estendere i metodi di analisi e progetto di sistemi di controllo introdotti negli insegnamenti di base di Teoria dei sistemi e Controlli automatici a sistemi dinamici con più ingressi e uscite descritti da modelli non lineari nello stato e affini rispetto all'ingresso.

(English)

To provide a deeper understanding and to extend system analysis and control design methods proposed in the basic courses on linear systems and control to dynamical systems described by multivariable, nonlinear models that are affine in the input.

PROCESS AUTOMATION

in - Primo anno - Primo semestre

Il corso si propone di fornire i concetti e le metodologie di base proprie dell'automazione e di applicarle alle reti di comunicazione e alle reti di distribuzione

dell'energia di futura generazione.

(English)

The course aims at providing basic concepts and methodologies related to process automation. In particular, two application environments are considered, namely future communication networks and power systems.

PROVA FINALE

in - Secondo anno - Secondo semestre

La prova finale consiste nella presentazione e discussione di un attività progettuale e di una relazione, supervisionata da un docente, nella quale lo studente dimostra di aver raggiunto una padronanza delle metodologie proprie dell'Ingegneria Automatica e/o della loro applicazione.

(English)

The student will present and discuss the results of a technical activity, producing a written thesis supervised by a professor and showing the ability to master Control Engineering methodologies and/or their application.

ROBOTICS I

in - Primo anno - Primo semestre

Il corso fornisce gli strumenti di base per l'analisi cinematica, la pianificazione e la programmazione dei movimenti di robot manipolatori in ambienti industriali e di servizio. Lo studente sarà in grado di sviluppare modelli cinematici di robot manipolatori, di programmare traiettorie di moto che realizzano compiti robotici, e di progettare semplici controllori cinematici o decentralizzati ai giunti, verificandone le prestazioni mediante strumenti di simulazione.

(English)

This course provides the basic tools for the kinematic analysis, trajectory planning, and programming of motion tasks for robot manipulators in industrial and service environments. The student will be able to develop kinematic models of robot manipulators, to program motion trajectories realizing the robotic task, and to design simple kinematic or decentralized control laws, verifying performance based on simulation tools.

ROBOTICS II

in - Primo anno - Secondo semestre, in - Primo anno - Secondo semestre

Il corso fornisce gli strumenti avanzati per l'analisi (cinematica e dinamica) di robot manipolatori e per il controllo dei loro movimenti e dell'interazione ambientale, incluso l'asservimento visuale. Lo studente sarà in grado di sviluppare modelli dinamici di robot manipolatori, di progettare leggi di controllo del moto e dell'interazione con l'ambiente e di verificarne le prestazioni mediante strumenti di simulazione.

(English)

This course provides tools for advanced kinematics and dynamic analysis of robot manipulators and for the design of feedback control laws for free motion and interaction tasks, including visual servoing. The student will be able to develop dynamic models of robot manipulators, to design control laws for motion and environment interaction tasks, and to verify the robot performance based on simulation tools.

ROBUST CONTROL

in - Primo anno - Primo semestre

Il corso si rivolge a studenti che desiderino approfondire la conoscenza dei metodi di progetto dei sistemi di controllo in presenza di incertezze sul modello del sistema controllato. Sono presentate in modo sistematico le tecniche di analisi di base, fondate sull'impiego di disuguaglianze matriciali lineari, e le tecniche di progetto, sia in presenza di incertezze nei parametri (incertezze strutturate), sia in presenza di incertezze dovute ad approssimazioni di modello (incertezze non strutturate). Il corso considera il progetto di sistemi di controllo, anche a molti ingressi e molte uscite, che soddisfino a due specifiche fondamentali: stabilità e prestazioni in regime permanente a ingressi esogeni. Vengono forniti diversi strumenti di analisi e progetto per verificare e garantire che le specifiche in questione rimangano assicurate sia presenza di variazioni di parametri sia in presenza di dinamiche parassite non modellate. Le tecniche in questione fanno principalmente riferimento all'uso di disuguaglianze lineari matriciali.

(English)

The course is addressed to students willing to expand their knowledge on the design of control systems in presence of model uncertainties. The course covers, in a systematic manner, various fundamental methods of analysis based on the use of linear matrix inequalities and various design methods, to be used in the case of parameter uncertainties (structured uncertainties) as well as in the case of modeling uncertainties (unstructured uncertainties). The course addresses the design of control (possibly multi-input and multi-output) systems, in order to meet two basic design requirements: stability and asymptotic performance in the presence of exogenous inputs. Various analysis and design techniques are presented, to verify and guarantee that the required design performances continue to hold in the presence of parameter variations as well as in the presence of unmodeled parasitic dynamics. Most of the techniques in question repose on a systematic use of linear matrix inequalities.

SYSTEM IDENTIFICATION AND OPTIMAL CONTROL

in - Primo anno - Secondo semestre

Il corso illustra le metodologie di base di stima, filtraggio, predizione e controllo ottimo. Lo studente sarà in grado di utilizzare le principali tecniche di stima, filtraggio, e predizione e 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.

(English)

The course illustrates the basic methodologies in estimation, filtering, prediction and optimal control. The student will be able to use the main estimation, filtering, and prediction techniques and to formulate, analyze, and search for solutions of optimization problems of different nature by an appropriate use of optimality conditions, with particular emphasis on optimal control problems.

TIROCINIO

in - Secondo anno - Secondo semestre

Obiettivo specifico è quello di consentire allo studente di utilizzare le conoscenze acquisite nel corso di studio e completarle in attività svolte presso una struttura aziendale o industriale o presso un laboratorio di ricerca.

(English)

The specific aim is to allow the student to use and expand the bulk of knowledge acquired during the course of study performing some activities in an industrial setting, a company, or a research laboratory.

VEHICLE SYSTEM DYNAMICS

in - Secondo anno - Primo semestre

Il corso mira a fornire allo studente una teoria unitaria per lo studio dei veicoli in generale, con particolare riferimento ai veicoli terrestri e marini. L'analisi del sistema veicolo viene affrontata sia per sottosistemi componenti (i) sistema propulsivo (ii) sistema di trasmissione (iii) sistema di spinta e controllo direzionale (iv) sistema sospensivo (v) sistema frenante (vi) 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. Lo studente, opportunamente guidato dal docente, sarà in grado di affrontare un problema di sintesi progettuale sulla base dell'esame di brevetti di recente pubblicazione. L'obiettivo è quello di rendere lo studente capace di esaminare un dispositivo innovativo nel settore della dinamica dei veicoli, capirne i principi di funzionamento, saperne effettuare un'analisi di fattibilità sulla base della modellazione e della simulazione del suo comportamento sia isolato che integrato con tutti i dispositivi di bordo.

(English)

A twofold approach is proposed. On one hand the vehicle is decomposed into sub-systems: (i) propulsion (ii) transmission (iii) thrust and directional components (iv) suspension systems (v) brake systems (vi) guidance and control. On the other hand a general model of the vehicle integrating the considered sub-systems is developed able to predict the different maneuvering ability of the vehicle. The theoretical foundation to approach vehicle dynamics is provided. The objective of this course is twofold: on one hand, the student is provided with the most advanced techniques of analysis in the field of vehicle's dynamics; on the other hand, the student is guided in applying these tools to the design of real devices and in the implementation of these concepts in computer programs.