

# **Regolamento Didattico Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Automatica (Master of Science in Control Engineering)**

**Classe LM 25 Ingegneria dell'Automazione**

**Ordine degli Studi 2019-20**

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.

Il Master of Science 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, Lione, Nantes, Nizza e Tolosa. L'accordo tra Sapienza e gli istituti francesi definisce le modalità operative e la lista dei titoli di secondo livello, "Maitrise", e dell'Ecole che possono essere acquisiti (vedi [http://www.diag.uniroma1.it/automatica/?p=procedure/doppio\\_titolo&l=it](http://www.diag.uniroma1.it/automatica/?p=procedure/doppio_titolo&l=it)).

### **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, 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.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.

**Manifesto A.A. 2019-20**

Il curriculum di 120 crediti si articola in:

- **2 insegnamenti obbligatori**, per **24 crediti** erogati nel primo anno di corso;
- **6 insegnamenti a scelta** in un gruppo opzionale di **11 caratterizzanti**, per **36 crediti**;
- **3 insegnamenti a scelta** in un gruppo opzionale di **10 affini o integrativi**, per **18 crediti**;
- altri **12 crediti** per insegnamenti a **scelta libera** dello studente, di cui fino a 6 acquisibili già al primo anno di corso;
- **tirocinio (3 crediti)** e **prova finale (27 crediti)** nel secondo anno di corso.

Le seguenti tabelle riportano gli insegnamenti obbligatori (Tab. 1) e i gruppi caratterizzanti (Tab. 2) e affini o integrativi (Tab. 3), con la loro collocazione nell'anno/semestre di corso.

**Tabella 1. Insegnamenti obbligatori**

Insegnamento	attività	SSD	CFU	esame	anno	semestre	lingua
Nonlinear systems and control (1041424)	B	ING-INF/04	12	AP	1	I-II	ENG
System identification and optimal control (1041425)	B	ING-INF/04	12	AP	1	I-II	ENG

**Tabella 2. Scelta di 36 crediti tra i seguenti 11 insegnamenti caratterizzanti**

Insegnamento	attività	SSD	CFU	esame	anno	semestre	lingua
Process automation (1041422)	B	ING-INF/04	6	AP	1	I	ENG
Robotics I (1023235)	B	ING-INF/04	6	AP	1	I	ENG
Robust control (1041453)	B	ING-INF/04	6	AP	1	I	ENG
Multivariable feedback control (1041426)	B	ING-INF/04	6	AP	1	II	ENG
Robotics II (1021883)	B	ING-INF/04	6	AP	1	II	ENG
Autonomous and mobile robotics (1022775)	B	ING-INF/04	6	AP	2	I	ENG
Control of communication and energy networks (1041429)	B	ING-INF/04	6	AP	2	I	ENG
Digital control systems (1041428)	B	ING-INF/04	6	AP	2	I	ENG
Dynamics of electrical machines and drives (1041454)	B	ING-IND/32	6	AP	2	I	ENG

Control of autonomous multi-agent systems (1041427)	B	ING-INF/04	6	AP	2	II	ENG
Vehicle system dynamics (1041431)	B	ING-IND/13	6	AP	2	II	ENG

**Tabella 3. Scelta di 18 crediti tra i seguenti 10 insegnamenti affini o integrativi**

Insegnamento	attività	SSD	CFU	esame	anno	semestre	lingua
Neuroengineering (10592834)	C	ING-INF/06	6	AP	1	II	ENG
Robotics II (1021883)	C	ING-INF/04	6	AP	1	II	ENG
Advanced methods in control (10592976)	C	ING-INF/04	6	AP	2	II	ENG
Autonomous and mobile robotics (1022775)	C	ING-INF/04	6	AP	2	I	ENG
Computer and network security (1022792)	C	ING-INF/05	6	AP	2	I	ENG
Control of communication and energy networks (1041429)	C	ING-INF/04	6	AP	2	I	ENG
Control problems in robotics (1055496)	C	ING-INF/04	6	AP	2	I	ENG
Digital control systems (1041428)	C	ING-INF/04	6	AP	2	I	ENG
Machine learning (1022858)	C	ING-INF/05	6	AP	2	I	ENG
Control of autonomous multi-agent systems (1041427)	C	ING-INF/04	6	AP	2	II	ENG

**Nota:** L'insegnamento "Control problems in robotics" (6 cfu) è fruito scegliendo due dei quattro moduli da 3 cfu dall'insegnamento "Elective in robotics" (12 cfu, ING-INF/04). Da quest'anno è posto al I semestre del 2° anno, ma può essere seguito in modo distribuito sull'intero anno. Tre insegnamenti facenti parte del SSD ING-INF/04 (Automatica) appaiono sia nella Tab. 2 sia nella Tab. 3, ma vengono in quest'ultima indicati come affini o integrativi. Come tali sono adatti a un approfondimento per l'avviamento alla ricerca.

**Tabella 4. Altre attività formative**

Attività	attività	SSD	CFU	esame	anno	semestre	lingua
Insegnamenti a scelta dello studente	D	libero	6	AP	1	II	ENG
			6	AP	2	I	ENG
Tirocinio (AAF1044)	F	-	3	I	2	II	ENG
Prova finale (AAF1025)	E	-	27	I	2	II	ENG

**Nota:** Per gli insegnamenti a scelta libera, lo studente potrà fare riferimento a tutti gli insegnamenti erogati dall'Ateneo (compresi quelli delle Tab. 2 e 3). Potrà inserire nel percorso formativo un insegnamento da 12 CFU oppure due insegnamenti da 6 CFU, con i primi 6 crediti acquisibili fin dal primo anno di corso.

#### **Legenda**

Esame: **AP** (Attestazione di profitto), **AF** (Attestazione di frequenza), **I** (idoneità).

Attività: **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).

#### **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](http://www.diag.uniroma1.it/automatica).