



Denominazione	ROBOTICA E AUTOMAZIONE AVANZATA
Moduli componenti	-
Settore scientifico-disciplinare	IINF-04/A (Automatica) (ex: ING-INF/04)
Anno di corso e semestre di erogazione	2° anno – I semestre
Lingua di insegnamento	Italiano
Carico didattico in crediti formativi universitari	9 CFU
Numero di ore di attività didattica assistita complessive e ripartite tra DE e DI	DE: 72 ore (pari a 9 CFU di Didattica Erogativa)
Docenti	Responsabile dell'insegnamento: Prof. Nicola Epicoco
Risultati di apprendimento specifici	Il corso si propone di fornire agli studenti gli strumenti per la modellazione, l'analisi ed il controllo di robot, anche con riferimento all'ottimizzazione delle prestazioni. Il principale obiettivo formativo è di fornire agli studenti gli strumenti necessari per comprendere i principi di funzionamento dei robot e dei sistemi dinamici e le logiche di analisi, ottimizzazione delle prestazioni, e controllo degli stessi. Al completamento del corso lo studente sarà in grado di ricavare e implementare modelli cinematici e dinamici di manipolatori meccanici, di pianificare traiettorie e di comprenderne gli schemi di controllo. Al termine del corso lo studente: - conoscerà le principali metodologie per la derivazione di modelli cinematici e dinamici di robot, per la pianificazione delle traiettorie e per il progetto dei sistemi di controllo; - conoscerà le istruzioni basilari per la modellazione, analisi e controllo di sistemi in ambiente informatico, e per la programmazione di robot industriali, comprendendone la matematica sottostante; - saprà applicare a robot specifici le metodologie di modellistica e di analisi apprese nel corso; - saprà valutare e scegliere la tipologia di robot e la modalità di controllo più appropriata per l'esecuzione di una determinata attività o lavorazione industriale; - saprà discutere e spiegare sia a tecnici che a non tecnici la fattibilità dell'utilizzo di robot in applicazioni industriali specifiche, e di illustrarne vantaggi e svantaggi. <i>Conoscenze e comprensione:</i> Il corso permette di acquisire conoscenze integrate relative all'automazione industriale e alla robotica, dalla struttura alla modellazione, dall'analisi al controllo e ottimizzazione delle prestazioni, inquadrando le principali caratteristiche di base, le esigenze, le problematiche, e le comuni metodologie di risoluzione. <i>Capacità di applicare conoscenze e comprensione:</i> Le attività previste nel corso consentono di applicare metodi e strumenti di carattere analitico al contesto industriale moderno caratterizzato da un crescente grado di innovazione tecnologica e automazione. Attraverso le attività di laboratorio, inoltre, gli studenti potranno confrontarsi concretamente con le problematiche reali tipiche del contesto industriale, sviluppando così ulteriormente le proprie capacità di analisi e comprensione delle tematiche trattate. <i>Autonomia di giudizio e pensiero critico:</i> Il coinvolgimento degli studenti in attività laboratoriali ha



	l'obiettivo di accrescere la capacità di analisi, giudizio e valutazione critica da parte dei singoli studenti. <i>Abilità comunicative:</i> Il corso promuove competenze ed abilità comunicative attraverso processi di partecipazione attiva alle lezioni frontali, in cui sono previste apposite sessioni dedicate a domande e riflessione sui temi affrontati, e attraverso la partecipazione attiva alle attività laboratoriali. <i>Capacità di apprendimento:</i> Il corso consente di sviluppare conoscenza e capacità applicativa in contesti tipici delle realtà industriali moderne, caratterizzate da una crescente innovazione tecnologica e un sempre più elevato livello di automazione, in linea con quanto previsto dalle tematiche dell'Industria 4.0.
Programma	- Richiami di base di automazione e di robotica; - Richiami di modellistica e analisi dei sistemi dinamici; - Specifiche tecniche; - Controllori PID; - Filtri e reti correttrici; - Definizione delle geometrie e della struttura meccanica e di controllo di robot; - Principali componenti meccanici, attuatori e sensori; - Caratterizzazione e selezione del robot in base all'applicazione; - Il manuale tecnico; - Spazio dei giunti e spazio operativo; - Richiami di cinematica diretta e inversa; - Notazione di Denavit-Hartenberg; - Singolarità cinematiche; - Ridondanza cinematica; - Cinetostatica; - Cinematica differenziale; - Approccio di Newton-Eulero; - Formulazione di Eulero-Lagrange; - Programmazione e pianificazione del moto; - Ottimizzazione; - Schema di controllo di un robot; - Controllo di posizione, forza, impedenza e ibrido; - Il Robotics System Toolbox di Matlab; - Applicazioni in laboratorio: U FACTORY X-ARM.
Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento	- Lezioni frontali di teoria svolte sia in modalità classica (alla lavagna) sia attraverso l'utilizzo di presentazioni power point e proiezione di video dimostrativi; - Lezioni in modalità flipped classroom, con studio individuale e presentazione e discussione in aula di quanto appreso; - Esercitazioni numeriche e applicative svolte con le stesse modalità; - Attività relative all'applicazione della teoria a situazioni pratiche e casi di studio: proposizione di esercizi e problemi da svolgere in classe e/o project work da discutere collettivamente a fine corso;
Metodi e criteri di valutazione dell'apprendimento	La valutazione dell'apprendimento da parte degli studenti prevede un colloquio orale durante il quale verranno poste domande inerenti il programma del corso ed una prova applicativa in laboratorio. L'esame svolto ha durata media indicativa tra i 30 e i 40 minuti ed è finalizzato a verificare la piena comprensione degli argomenti trattati durante il corso e a valutare l'autonomia di giudizio, tramite 1-2 domande di carattere teorico e metodologico ed 1-2 domande di esercizi o prove applicative da svolgere contestualmente. È possibile, per gli studenti frequentanti (partecipazione ad almeno il 70% delle lezioni), completare il corso mediante la realizzazione di un project work, singolo o in gruppo (massimo 4 partecipanti, in relazione alla complessità del lavoro trattato), che verrà presentato e discusso in modalità



	seminariale con i propri colleghi. Tale project work, facoltativo, consisterà nell'applicare le metodologie apprese durante il corso alla soluzione di problemi pratici o su casi di studio presenti in letteratura. Il lavoro sarà anch'esso oggetto di valutazione, anche in termini di capacità di presentazione e discussione, concorrendo alla composizione del voto finale.
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	La valutazione dell'apprendimento prevede l'attribuzione di un voto finale espresso in trentesimi. Lo svolgimento del project work consentirà, a chi ha conseguito almeno la votazione di 18/30, di aumentare la votazione conseguita fino ad un massimo di 3 punti, attribuiti in base al livello di difficoltà dell'argomento trattato, al numero di partecipanti al gruppo di lavoro, e alla capacità di presentarlo e discuterlo con senso critico da parte di ciascuno studente. L'attribuzione della lode sarà valutata in base al livello di approfondimento dei temi affrontati durante la prova orale e l'eventuale project work per gli studenti che abbiano già raggiunto la valutazione complessiva di 30/30.
Propedeuticità	Non sono presenti propedeuticità.
Materiale didattico utilizzato e materiale didattico consigliato	Verranno rese disponibili le slides del corso utilizzate a lezione ed eventuale materiale aggiuntivo (link a video dimostrativi, brochure aziendali, articoli scientifici, materiale presentato durante i seminari organizzati, ...). Il libro di testo di riferimento è il seguente: - G. Legnani, I. Fassi, "Robotica Industriale: Modellazione, pianificazione, controllo, programmazione, componentistica, normativa e sicurezza", CittàStudi Edizioni, 2019. Per approfondimenti sugli argomenti di robotica è consigliato il seguente testo: - B. Siciliano, L. Sciavicco, L. Villani, G. Oriolo, "Robotica. Modellistica, pianificazione e controllo", McGraw Hill, 2008. Per approfondimenti sui concetti di controllo è consigliato il seguente testo: - P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni, "Fondamenti di controlli automatici", McGraw Hill, 2015.