



Denominazione	AUTOMAZIONE INDUSTRIALE E ROBOTICA
Moduli componenti	-
Settore scientifico-disciplinare	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 frontale	72
Docenti	NICOLA EPICOCO
Risultati di apprendimento specifici	<p>Il corso si propone di fornire agli studenti gli strumenti di base per la modellazione, l'analisi ed il controllo di robot industriali, anche con riferimento all'ottimizzazione delle prestazioni e al rispetto della normativa vigente e dei requisiti di sicurezza.</p> <p>Il principale obiettivo formativo è di fornire agli studenti gli strumenti necessari per comprendere i principi di funzionamento dei robot 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.</p> <p>Le conoscenze acquisite in questo insegnamento aumenteranno le competenze e le abilità dello studente nelle attività di modellistica, simulazione, analisi e progetto di sistemi di controllo anche in settori industriali non strettamente connessi con la robotica ma comunque rientranti nell'ambito dell'Industria 4.0.</p> <p>Al termine del corso lo studente:</p> <ul style="list-style-type: none">- conoscerà i fondamenti del funzionamento delle macchine elettriche impiegate nella robotica;- 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. <p><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, inquadrandone le principali caratteristiche di base, le esigenze, le problematiche, e le comuni metodologie di risoluzione.</p> <p><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 project work, 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.</p> <p><i>Autonomia di giudizio e pensiero critico:</i> Il coinvolgimento degli studenti in attività di project work, da svolgere anche in gruppo e comunque da presentare e discutere con i propri colleghi, ha l'obiettivo di accrescere la capacità di analisi, giudizio e valutazione critica da parte dei singoli studenti.</p> <p><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 presentazione da parte di tutti i componenti del team delle attività di project work realizzate.</p>



	<p><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.</p>
Programma	<ul style="list-style-type: none">- Introduzione: Definizione di robot; Cenni storici; Le rivoluzioni industriali; Produzione di massa e Lean Production; Total Quality Management; Robotic Process Automation; Esempi di applicazioni dei robot; Diffusione della robotica nel mondo; Robot industriali e di servizio; Industria 4.0 e 5.0; Robotica collaborativa.- Automazione industriale: Computer Integrated Manufacturing; Automazione industriale rigida, flessibile e programmabile; Celle di lavoro; Hyper-Automation; Modelli per l'automazione; Digital Twin; Modelli decisionali multi-criterio; Sistemi dinamici lineari tempo continui e tempo-discreti; Sistemi non lineari e linearizzazione; Stabilità e specifiche; Stabilizzazione; Sistemi ad eventi discreti; Reti di Petri; Esercizi; Esempi di applicazioni industriali.- Robotica industriale: Termini generali; Principali componenti meccanici, attuatori e sensori; Definizione delle geometrie e della struttura meccanica e di controllo di robot; Caratterizzazione e selezione del robot in base all'applicazione; Il manuale tecnico.- Cinematica: Sistemi di riferimento cartesiani e trasformazioni di coordinate; Modellazione in forma matriciale; Posizioni e spostamenti; Velocità e accelerazioni; Cinematica del corpo rigido; Angoli di Eulero; Angoli Roll-Pitch-Yaw; Rappresentazione asse/angolo; Quaternioni; Spazio dei giunti e spazio operativo; Notazione di Denavit-Hartenberg; Cinematica diretta; Cinematica inversa; Singolarità cinematiche; Ridondanza cinematica; Cinetostatica; Cinematica differenziale.- Dinamica: Dinamica del corpo rigido; Relazioni tra grandezze cinematiche e dinamiche; Approccio di Newton-Eulero; Formulazione di Eulero-Lagrange; Modello dinamico del robot.- Pianificazione e controllo: : Cenni di programmazione e pianificazione del moto; Comando e controllo; Controllore; Controllori PID; Schema di controllo di un robot; Controllo nello spazio dei giunti e nello spazio di lavoro; Controllo di posizione, forza, impedenza e ibrido.- Prestazioni e sicurezza: Misura delle prestazioni; Errori geometrici e calibrazione; Ellissoide di manipolabilità; Cenni di teoria dell'ottimizzazione e dell'ottimizzazione vincolata; Requisiti di sicurezza ed ergonomici; Normative tecniche..
Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento	<ul style="list-style-type: none">- Lezioni frontali di teoria svolte sia in modalità classica (alla lavagna) sia attraverso l'utilizzo di presentazioni power point e proiezione di video dimostrativi;- 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 tesine e project work da discutere collettivamente a fine corso;- Potranno essere organizzati seminari con esperti della materia e/o provenienti dall'ambito industriale.
Metodi e criteri di valutazione dell'apprendimento	<p>La valutazione dell'apprendimento da parte degli studenti prevede una prova scritta strutturata su diversi esercizi in modo da coprire più argomenti del corso. Eventualmente la prova scritta può essere sostituita da due esoneri parziali, basati su esercizi e domande, sia a risposta multipla che a risposta aperta, da svolgersi indicativamente a metà e fine corso.</p> <p>Al termine della prova scritta o del secondo parziale è inoltre previsto un colloquio orale durante il quale verranno poste domande inerenti gli esercizi della prova scritta e su un ulteriore argomento tra quelli del programma del corso.</p> <p>È possibile, per gli studenti frequentanti, completare il corso mediante la realizzazione di un project work, singolo o in gruppo, che verrà presentato e discusso in modalità seminario 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.</p>
Criteri di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale	<p>La valutazione dell'apprendimento prevede l'attribuzione di un voto finale espresso in trentesimi. Alla determinazione del voto concorrono l'esito della prova scritta (o dei due parziali intermedi), quello della domanda orale, ed eventualmente la valutazione del project work per gli studenti frequentanti che avessero scelto di svolgerlo.</p>



	<p>In particolare, la prova scritta consisterà in più esercizi, eventualmente con più domande ciascuno, e ogni domanda avrà un punteggio massimo conseguibile in modo che il totale dei punteggi attribuibili sia pari a 30. La prova scritta e il colloquio orale avranno peso 50% nella composizione del voto finale, per cui la media dei voti conseguiti in ciascuna prova costituirà il voto finale in trentesimi.</p> <p>Lo svolgimento del project work consentirà di aumentare la votazione conseguita fino ad un massimo di 3 punti, attribuiti in base al livello di difficoltà dell'argomento trattato e alla capacità di presentarlo e discuterlo con senso critico da parte dello studente.</p> <p>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.</p>
Propedeuticità	<p>Per la corretta comprensione degli argomenti del corso sono necessarie conoscenze di base di:</p> <ul style="list-style-type: none">- Fisica- Analisi matematica- Fondamenti di algebra lineare e geometria
Materiale didattico utilizzato e materiale didattico consigliato	<p>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, ...).</p> <p>Il libro di testo di riferimento è il seguente:</p> <ul style="list-style-type: none">- G. Legnani, I. Fassi, "Robotica Industriale: Modellazione, pianificazione, controllo, programmazione, componentistica, normativa e sicurezza", CittàStudi Edizioni, 2019. <p>Per approfondimenti sugli argomenti di robotica è consigliato il seguente testo:</p> <ul style="list-style-type: none">- B. Siciliano, L. Scivacco, L. Villani, G. Oriolo, "Robotica. Modellistica, pianificazione e controllo", McGraw Hill, 2008. <p>Per approfondimenti sugli argomenti di automazione industriale è consigliato il seguente testo:</p> <ul style="list-style-type: none">- L. Ferrarini, "Automazione industriale: controllo logico con reti di Petri", Pitagora Ed., 2001. <p>Per approfondimenti sui concetti di controllo è consigliato il seguente testo:</p> <ul style="list-style-type: none">- P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni, "Fondamenti di controlli automatici", McGraw Hill, 2015.