



Denominazione	MODELLISTICA E ANALISI DEI SISTEMI DINAMICI
Moduli componenti	-
Settore scientifico-disciplinare	IINF-04/A (ex ING-INF/04): Automatica
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 ore (pari a 9 CFU di didattica erogativa) + 8 ore di didattica interattiva/integrativa
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 sistemi dinamici, con particolare attenzione ai processi industriali automatici.</p> <p>Il principale obiettivo formativo è di fornire agli studenti gli strumenti necessari per comprendere i principi di modellazione e le logiche di analisi e controllo degli stessi.</p> <p>Al termine del corso, gli studenti saranno in grado di realizzare modelli matematici rappresentativi del fenomeno dinamico di interesse, comprendere e analizzare la loro evoluzione temporale, in particolare in termini di stabilità e condizioni richieste, pianificare azioni di controllo adeguate per raggiungere gli obiettivi e le specifiche tecniche desiderate, ed effettuare analisi what-if per identificare le soluzioni più efficaci.</p> <p>Al termine del corso lo studente:</p> <ul style="list-style-type: none">- conoscerà le principali metodologie per la derivazione di modelli matematici di sistemi dinamici ad avanzamento temporale e ad eventi discreti;- sarà in grado di analizzare il comportamento di un sistema dinamico a partire dallo studio del suo modello rappresentativo;- conoscerà le principali logiche per la progettazione di sistemi di controllo in grado di rispettare le specifiche di sistema desiderate;- saprà valutare e scegliere 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 delle scelte progettuali di modellazione e controllo, e di illustrarne vantaggi e svantaggi. <p><i>Conoscenze e comprensione:</i> Il corso permette di acquisire conoscenze integrate relative all'automazione industriale e ai sistemi dinamici, con particolare riferimento alla modellazione, all'analisi, al controllo e all'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, con riferimento ad applicazioni reali.</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, in modalità seminariale.</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	<p>Il corso si compone di quattro parti principali, strettamente connesse tra loro:</p> <ul style="list-style-type: none">- Introduzione: Cenni storici sull'automazione industriale; Le rivoluzioni industriali; Produzione di massa e Lean Production; Total Quality Management; Robotic Process Automation; Computer Integrated Manufacturing; Automazione industriale rigida, flessibile e programmabile; Celle di lavoro; Hyper-Automation; Modelli per l'automazione; Digital Twin; Settori digital intensive.- Rappresentazione di sistemi dinamici: Sistemi dinamici ad eventi discreti; Automi; Macchine a stati finiti; Reti di Petri; Sistemi dinamici ad avanzamento temporale; Sistemi lineari tempo continui e tempo-discreti; Rappresentazione in variabili di stato; Trasformata di Laplace; Funzione di trasferimento; Rappresentazione ingresso-uscita; Sistemi multi-input multi-output; Esercizi ed esempi di applicazioni industriali.- Stabilità e stabilizzazione: Stabilità; Analisi modale; Specifiche tecniche; Stabilizzazione con retroazione dall'uscita; Criterio di Routh; Trasformazione bilineare; Criterio di Jury; Luogo delle radici; Diagramma di Bode; Controllabilità, raggiungibilità e osservabilità; Stabilizzazione con retroazione dallo stato; Formula di Ackermann; Controllori PID; Cenni sulle reti correttive; Esercizi.- Sistemi non lineari: Sistemi non lineari; Criterio di Lyapunov; Metodi di linearizzazione; Confronto tra sistema non lineare e suo corrispondente linearizzato. Esercizi.
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;- Esercitazioni numeriche e applicative svolte con le stesse modalità. <p>Eventualmente possono essere previste delle prove intermedie per la valutazione dell'apprendimento, da svolgersi indicativamente a metà e a fine corso, in modo da individuare argomenti su cui potenziare le attività didattiche ed esercitative.</p> <p>Il corso prevede anche lezioni in modalità interattiva/integrativa, per un monte ore non superiore a 8, e comunque al di fuori dello svolgimento delle attività didattiche erogate, da destinarsi ad esercitazioni di approfondimento in ambiente informatico, applicazione della teoria a situazioni pratiche e casi di studio, sviluppo e discussione collettiva di project work e attività di tipo eLearning.</p>
Metodi e criteri di valutazione dell'apprendimento	<p>La valutazione dell'apprendimento da parte degli studenti, frequentanti e non frequentanti, prevede una prova scritta strutturata su diversi esercizi in modo da coprire più argomenti del corso.</p> <p>Al termine della prova scritta è inoltre previsto un colloquio orale durante il quale verranno poste domande inerenti gli esercizi della prova scritta e su altri argomenti 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 innovazione della proposta progettuale, capacità e chiarezza di presentazione e discussione, nonché gestione del tempo a disposizione, 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.</p> <p>Alla determinazione del voto concorrono l'esito della prova scritta, quello dell'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. È ammesso all'orale chi abbia conseguito una valutazione pari ad almeno 16/30 nella prova scritta.</p>



	<p>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. Tale incremento di voto si applica solo agli studenti che abbiano conseguito una valutazione media pari ad almeno 18/30 nelle prove di scritto e orale.</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 richieste 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">- L. Benvenuti, A. De Santis, L. Farina, "Sistemi Dinamici: Modellistica, analisi e controllo", McGraw-Hill Education, 2009. <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. <p>Per approfondimenti sui sistemi ad eventi discreti 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.