



Denominazione	MODELLISTICA E ANALISI DEI SISTEMI DINAMICI
Moduli componenti	-
Settore scientifico-disciplinare	IINF-04/A (Automatica) (ex: ING-INF/04)
Anno di corso e semestre di erogazione	2° anno – II 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	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. 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. 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. Al termine del corso lo studente: - 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. <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, 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 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. <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. <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.



	<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	Il corso si compone di quattro parti principali, strettamente connesse tra loro: - Introduzione (peso 1 CFU): Cenni storici sull'automazione industriale; Modelli per l'automazione; Digital Twin. - Rappresentazione di sistemi dinamici (peso 3 CFU): 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 (peso 3 CFU): Stabilità; Analisi modale; Specifiche tecniche; Stabilizzazione con retroazione dall'uscita; Criterio di Routh; Trasformazione bilineare; Criterio di Jury; Luogo delle radici; Controllabilità, raggiungibilità e osservabilità; Stabilizzazione con retroazione dallo stato; Formula di Ackermann; Controllori PID; Reti correttrici; Esercizi. - Sistemi non lineari (peso 2 CFU): Sistemi non lineari; Equilibrio; Criterio di Lyapunov; Metodi di linearizzazione. Esercizi.
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; - Esercitazioni numeriche e applicative svolte con le stesse modalità. 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, applicazione della teoria a situazioni pratiche e casi di studio, sviluppo e discussione collettiva di project work e attività di tipo eLearning.
Metodi e criteri di valutazione dell'apprendimento	La valutazione dell'apprendimento da parte degli studenti prevede una prova scritta strutturata su diversi esercizi e domande teoriche in modo da coprire più argomenti del corso. Al termine della prova scritta è previsto un colloquio orale durante il quale verranno poste domande inerenti gli esercizi della prova scritta e su ulteriori argomenti del programma. 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.
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 a seguito di una prova scritta strutturata su diversi esercizi e domande teoriche. Per ogni domanda di ciascun esercizio è indicato il punteggio massimo conseguibile, in modo che il totale dei punteggi attribuibili sia pari a 30. Al termine della prova scritta è inoltre previsto un colloquio orale durante il quale verranno poste domande inerenti gli esercizi della prova scritta. Chi ha conseguito un punteggio almeno pari a 18 può sostenere l'orale su ulteriori argomenti del programma. In tal caso 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. Gli studenti frequentanti possono svolgere un project work che 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 pari ad almeno 18/30 all'esame.



	L'attribuzione della lode sarà valutata in base al livello di approfondimento dei temi affrontati durante le prove e l'eventuale project work, per gli studenti che abbiano già raggiunto la valutazione complessiva di 30/30.
Propedeuticità	Per la corretta comprensione degli argomenti del corso sono necessarie conoscenze di base di: - Fisica - Analisi matematica - Fondamenti di algebra lineare e geometria
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: - L. Benvenuti, A. De Santis, L. Farina, "Sistemi Dinamici: Modellistica, analisi e controllo", McGraw-Hill Education, 2009. Per approfondimenti sui concetti di controllo è consigliato il seguente testo: - P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni, "Fondamenti di controlli automatici", McGraw Hill, 2015. Per approfondimenti sui sistemi ad eventi discreti è consigliato il seguente testo: - L. Ferrarini, "Automazione industriale: controllo logico con reti di Petri", Pitagora Ed., 2001.