



<b>Denominazione</b>	LABORATORIO DI SVILUPPO DI SERVIZI DIGITAL INTENSIVE
<b>Moduli componenti</b>	-
<b>Settore scientifico-disciplinare</b>	ING-INF/04
<b>Anno di corso e semestre di erogazione</b>	3° anno – II semestre
<b>Lingua di insegnamento</b>	ITALIANO
<b>Carico didattico in crediti formativi universitari</b>	6 CFU
<b>Numero di ore di attività didattica frontale</b>	48
<b>Docenti</b>	NICOLA EPICOCO
<b>Risultati di apprendimento specifici</b>	<p>Il corso si propone di fornire agli studenti gli strumenti di base per la modellazione, l'analisi ed il controllo di processi industriali dinamici e automatizzati.</p> <p>In particolare, l'obiettivo principale dell'insegnamento è l'apprendimento di metodi e strumenti per l'applicazione delle tecniche fondamentali di modellistica, analisi e controllo dei sistemi dinamici, alla base dell'automatica. A tal scopo, l'insegnamento fornirà una introduzione pratica agli strumenti tipici della modellazione, della simulazione, dell'analisi e della progettazione dei sistemi di controllo, come Matlab e Simulink, e alla loro integrazione con strumenti di analisi multi-criterio e multi-obiettivo, necessari per i successivi processi di problem solving e decision making.</p> <p>Nell'ambito del corso, le tecniche di cui sopra saranno applicate allo sviluppo pratico di progetti tipici dell'ambiente industriale.</p> <p>Al completamento del corso lo studente sarà in grado di creare in ambiente virtuale dei modelli rappresentativi del fenomeno dinamico di interesse, simularne l'evoluzione temporale, analizzarne e comprenderne i risultati, predisporre azioni di controllo adeguate agli obiettivi e specifiche tecniche desiderate, effettuare analisi what-if, e risolvere problemi di multi-criteria decision-making per individuare le soluzioni più efficaci.</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 in settori industriali e più in generale di sistemi dinamici.</p> <p>Al termine del corso lo studente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- conoscerà i comandi base dell'ambiente informatico e simulativo Matlab e Simulink;</li><li>- conoscerà le principali metodologie per la derivazione di modelli di processi dinamici;</li><li>- conoscerà le istruzioni basilari per la modellazione, analisi e controllo di sistemi in ambiente informatico, comprendendone la matematica sottostante;</li><li>- saprà applicare a casi di studio specifici le metodologie di modellistica, di analisi e di controllo apprese nel corso;</li><li>- saprà valutare e scegliere la modalità di controllo più appropriata per l'esecuzione di una determinata attività o lavorazione industriale;</li><li>- saprà discutere e spiegare sia a tecnici che a non tecnici la fattibilità di soluzioni alternative, individuandone vantaggi e svantaggi, e valutandone l'efficacia complessiva.</li></ul> <p><i>Conoscenze e comprensione:</i> Il corso permette di acquisire conoscenze integrate relative allo studio di processi dinamici e all'automazione industriale, 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, anche mediante l'utilizzo di software specifici.</p> <p><i>Capacità di applicare conoscenze e comprensione:</i> Le attività previste nel corso consentono di applicare metodi e strumenti di carattere analitico e informatico al contesto industriale moderno caratterizzato da un crescente grado di innovazione tecnologica e di automazione. Attraverso l'utilizzo di software e 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 forte dinamicità, una crescente innovazione tecnologica e un sempre più elevato livello di automazione, in linea con quanto previsto dalle tematiche dell'Industria 4.0.</p>
<b>Programma</b>	<p>Il corso si compone di tre macro-moduli, strettamente collegati tra loro:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>Sistemi dinamici ad avanzamento temporale:</b> Settori digital intensive; Sistemi dinamici lineari tempo continui e tempo-discreti; Rappresentazione in variabili di stato; Trasformata di Laplace; Funzione di trasferimento; Stabilità e specifiche tecniche; Analisi modale; Stabilizzazione con retroazione dall'uscita; Criterio di Routh; Criterio di Jury; Luogo delle radici; Diagramma di Bode; Controllabilità, raggiungibilità e osservabilità; Stabilizzazione con retroazione dallo stato; Formula di Ackermann; Sistemi non lineari e linearizzazione; Criterio di Lyapunov.</li><li>- <b>Matlab e Simulink:</b> Introduzione a Matlab e Simulink; Principali comandi e Control System Toolbox; Rappresentazione di sistemi dinamici mediante Matlab e Simulink; Analisi in Matlab e Simulink di un sistema dinamico e della sua risposta; Utilizzo di Matlab e Simulink per analisi e progetto di un sistema di controllo; Confronto in Simulink tra sistemi non lineari e linearizzati.</li><li>- <b>Tecniche di analisi multi-criterio:</b> Digital twin; reingegnerizzazione e analisi what-if; Problem solving e decision-making; Group decision-making; Modelli decisionali e Decision Support Systems; Elementi base e classificazione; Analytic Hierarchy Process (AHP); Multi Attribute Utility Theory (MAUT); Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Design (TOPSIS); Elimination and Choice Traslating Reality (ELECTRE); Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE); Data Envelopment Analysis (DEA); Cenni sulla gestione dell'incertezza nei dati (modelli stocastici e fuzzy); Sviluppo in Matlab di modelli a supporto delle decisioni.</li></ul>
<b>Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Lezioni frontali di teoria svolte sia in modalità classica (alla lavagna) sia attraverso l'utilizzo di presentazioni power point e proiezione di video dimostrativi;</li><li>- Esercitazioni numeriche e applicative svolte con le stesse modalità;</li><li>- Attività di laboratorio 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;</li><li>- Potranno essere organizzati seminari con esperti della materia e/o provenienti dall'ambito industriale.</li></ul>
<b>Metodi e criteri di valutazione dell'apprendimento</b>	<p>La valutazione dell'apprendimento da parte degli studenti prevede una prova scritta strutturata su domande di teoria (a risposta aperta o multipla) e su diversi esercizi da svolgere al PC, in modo da coprire più argomenti del corso.</p> <p>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 a fine corso.</p> <p>Al termine della prova scritta è 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>



<b>Criteria di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale</b>	<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, al numero di partecipanti al gruppo di lavoro, e alla capacità di presentarlo e discuterlo con senso critico da parte di ciascuno 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>
<b>Propedeuticità</b>	<p>Per la corretta comprensione degli argomenti del corso sono necessarie conoscenze di base di:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Fisica</li><li>- Analisi Matematica</li><li>- Fondamenti di Algebra Lineare e Geometria</li><li>- Fondamenti di Informatica</li><li>- Automazione Industriale e Robotica</li></ul>
<b>Materiale didattico utilizzato e materiale didattico consigliato</b>	<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"><li>- L. Benvenuti, A. De Santis, L. Farina, "Sistemi Dinamici: Modellistica, analisi e controllo", McGraw-Hill Education, 2009.</li></ul> <p>Per approfondimenti sugli argomenti di laboratorio è consigliato il seguente libro di testo:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- M. Dotoli, M.P. Fanti, "Matlab. Guida al laboratorio di automatica", CittàStudi, 2008.</li></ul>