



Denominazione	TECNOLOGIE DIGITALI E AUTOMAZIONE AVANZATA
Moduli componenti	-
Settore scientifico-disciplinare	ING-INF/04
Anno di corso e semestre di erogazione	2° anno 1° Semestre
Lingua di insegnamento	ITALIANO
Carico didattico in crediti formativi universitari	9 CFU
Numero di ore di attività didattica frontale	72
Docenti	
Risultati di apprendimento specifici	<p>Il corso si propone di istruire gli studenti circa le moderne tecnologie digitali a servizio dell'automazione industriale che consentono di monitorare e prevedere l'affidabilità dei macchinari e delle strumentazioni e di intervenire in modo proattivo, schedulando le attività di manutenzione, controllo e prevenzione dei guasti.</p> <p>Il principale obiettivo formativo è di fornire agli studenti gli strumenti necessari per comprendere i principi del monitoraggio del corretto funzionamento dei macchinari industriali e le logiche di analisi e controllo, nonché di ottimizzazione delle prestazioni.</p> <p>Al termine dell'insegnamento, lo studente dovrà essere in grado di valutare l'affidabilità e il livello di usura di un sistema meccanico e saper suggerire i miglioramenti da apportare al fine di conseguire un incremento di affidabilità.</p> <p>Più in dettaglio, lo studente acquisirà le seguenti conoscenze:</p> <ul style="list-style-type: none">a) saper accedere ad una grande quantità di dati ed informazioni direttamente dalle macchine;b) saper gestire queste informazioni in modo adeguato e tempestivo;c) saper analizzare le informazioni per riconoscere le cause di scostamenti dall'output progettato;d) conoscere come macchine e risorse IT sono connesse tra di loro e comunicano operativamente;e) saper combinare le informazioni derivanti dai diversi macchinari all'interno di celle di lavoro ibride. <p>Inoltre, lo studente svilupperà le seguenti competenze:</p> <ul style="list-style-type: none">1) capacità di monitorare in tempo reale gli indicatori chiave dello stabilimento e intervenire in tempo opportuno con soluzioni efficaci;2) capacità di prevedere l'affidabilità e l'usura dei macchinari;3) capacità di incrementare l'efficienza e la produttività degli impianti industriali;4) capacità di individuare alert di qualità e di sotto-utilizzo di risorse e capacità produttiva;5) capacità di migliorare la qualità dei prodotti e la sicurezza delle persone nello stabilimento. <p><i>Conoscenze e comprensione:</i> Il corso permette di acquisire conoscenze integrate relative all'automazione industriale, dalla struttura alla modellazione, dalla gestione dei dati provenienti dalla sensoristica di macchina alla gestione e analisi per l'individuazione tempestiva di anomalie e il 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</p>



	<p>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	<p>- Introduzione: Evoluzione storica dell'automazione; Computer Integrated Manufacturing; Automazione industriale rigida, flessibile e programmabile; Celle di lavoro; Industria 4.0 e 5.0; Hyper-Automation; Tecnologie abilitanti dell'Industria 4.0; L'importanza della manutenzione; Costi di manutenzione e di magazzino; Manutenzione correttiva, preventiva, predittiva e migliorativa; Evoluzione storica dei modelli manutentivi; Sistemi Informativi di manutenzione; Miglioramento continuo; Digital Twin.</p> <p>- Modelli per l'automazione Industriale: Modelli per l'automazione; Modelli theory-based e data-driven; Sistemi dinamici e loro rappresentazione; Algoritmi di identificazione nel dominio del tempo e nel dominio della frequenza; Esempi di applicazioni industriali; Software per la modellistica industriale.</p> <p>- Stabilità e controllo: Vulnerabilità e resilienza dei sistemi; Stabilità dei sistemi dinamici; Stabilizzazione e specifiche tecniche; Controllori e schemi di controllo; Controllo in anello aperto; Controllo in anello chiuso con retroazione dall'uscita e dallo stato.</p> <p>- Acquisizione e analisi dei dati: Sensori e attuatori; Dispositivi IoT e Big Data; Raccolta, classificazione e rappresentazione dei dati; Meccanismi e cause di guasto; Troubleshooting; Root Cause Analysis; Strumenti di identificazione e di apprendimento automatico (Machine Learning); Data mining; Algoritmi di classificazione; Preprocessing dei dati; Tecniche di feature extraction e selection.</p> <p>- Modelli per la manutenzione e affidabilità: Prognostics and Health Management (PHM); Fault detection e fault diagnosis; Modelli predittivi per manutenzione e service; Definizioni di affidabilità; Modelli matematici di affidabilità; Analisi delle prestazioni di affidabilità; Misura delle prestazioni e Key Performance Indicators; Reliability, Availability e Maintainability (RAM); Remaining Useful Life (RUL); Stima del danno; Scelta delle azioni correttive; Cenni sui principali modelli decisionali multi-criterio e multi-obiettivo; Gestione dell'incertezza nei dati: approccio statistico e logica fuzzy; Cenni di teoria dell'ottimizzazione e dell'ottimizzazione vincolata; Cenni sul controllo ottimo.</p>
Tipologie di attività didattiche previste e relative modalità di svolgimento	<p>- Lezioni frontali di teoria svolte sia in modalità classica (alla lavagna) sia attraverso l'utilizzo di presentazioni power point e proiezione di video dimostrativi;</p> <p>- Esercitazioni numeriche e applicative svolte con le stesse modalità;</p> <p>- 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;</p> <p>- Potranno essere organizzati seminari con esperti della materia e/o provenienti dall'ambito industriale.</p>
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 (almeno il 70% del corso), completare l'apprendimento 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</p>



	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	<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>
Propedeuticità	Nessuna.
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>Verranno inoltre suggeriti dei libri di testo e pubblicazioni per l'approfondimento degli specifici argomenti del corso di volta in volta trattati.</p>