

## PROGRAMMA DEL CORSO DI INDUSTRIA 4.0 E AUTOMAZIONE AZIENDALE

### SETTORE SCIENTIFICO

ING-INF/05 (IINF-05/A)

### CFU

6

### OBIETTIVI

/\*\*/

Il corso di Industria 4.0 ed automazione aziendale mira a fornire agli studenti una comprensione approfondita dei sistemi di automazione industriale, dei paradigmi di comunicazione real-time e delle tecnologie digitali abilitanti per l'Industria 4.0. Gli obiettivi principali includono:

Comprendere i fondamenti dell'automazione industriale e dei sistemi a tempo reale: Analizzare i concetti base di controllo automatico, gestione degli eventi discreti e implementazione del real-time in ambienti critici.

Studiare le reti di comunicazione industriali: Approfondire il modello ISO-OSI, le reti di calcolatori, i protocolli di comunicazione industriale e le architetture orientate al real-time.

Approfondire i controllori logici programmabili e la modellazione SFC: Sviluppare soluzioni di controllo basate su PLC e utilizzare il linguaggio Sequential Functional Chart per la rappresentazione dei processi.

Esplorare le normative e i framework dell'Industria 4.0: Conoscere gli standard IEC 61149, RAMI 4.0, OPAS e l'Asset Administration Shell come riferimento per l'interoperabilità e la digitalizzazione degli impianti.

Analizzare e gestire dati industriali: Acquisire competenze sull'analisi di dati strutturati e semi-strutturati (SQL, XML, JSON) e sui principi di machine learning per la manutenzione predittiva.

Comprendere come le tecnologie digitali supportano l'evoluzione verso sistemi autonomi, intelligenti e interconnessi, tramite l'acquisizione dei concetti relativi a OPC UA, Cyber-Physical Systems e Digital Twins.

### RISORSE

TESTO CONSIGLIATO Sistemi di automazione industriale, Claudio Bonivento, ISBN 9788838666933, e-book disponibile nella sezione Biblioteca della piattaforma Pegaso

Si specifica che i testi consigliati aggiuntivi, rispetto agli e-book riferiti dal materiale del corso e resi disponibili in biblioteca, sono indicati solo per ulteriore approfondimento volontario, e che essi non saranno oggetto specifico di esame, essendo il modello didattico basato sull'utilizzo delle dispense del docente, soprattutto per la verifica in sede di esame. Ove le dispense non sono presenti, i contenuti degli e-book di riferimento sono invece primario oggetto di studio e necessari per sostenere le prove di esame.

## VERIFICA

L'esame può essere sostenuto sia in forma scritta che in forma orale.

Gli appelli orali sono previsti nella sola sede centrale. L'esame orale consiste in un colloquio con la Commissione sui contenuti del corso. L'esame scritto consiste nello svolgimento di un test con 30 domande. Per ogni domanda lo studente deve scegliere una di 4 possibili risposte. Solo una risposta è corretta.

Sia le domande orali che le domande scritte sono formulate per valutare il grado di comprensione delle nozioni teoriche e la capacità di ragionare utilizzando tali nozioni. Le domande sulle nozioni teoriche consentiranno di valutare il livello di comprensione. Le domande che richiedono l'elaborazione di un ragionamento consentiranno di valutare il livello di competenza e l'autonomia di giudizio maturati dallo studente.

Le abilità di comunicazione e le capacità di apprendimento saranno valutate anche attraverso le interazioni dirette tra docente e studente che avranno luogo durante la fruizione del corso (videoconferenze ed elaborati proposti dal docente).

### RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI

Conoscenza e capacità di comprensione

Comprensione dei principi base dell'automazione industriale, dei sistemi ad eventi discreti e del controllo di variabili analogiche in ambienti real-time (Obiettivo 1).

Conoscenza approfondita delle reti di comunicazione industriali, del modello ISO-OSI e dei protocolli per il real-time industriale (Obiettivo 2).

Capacità di comprendere il funzionamento e la programmazione dei PLC attraverso linguaggi come SFC (Sequential Functional Chart) (Obiettivo 3).

Familiarità con normative e standard per l'Industria 4.0 (IEC 61149, RAMI 4.0, OPAS), incluso l'Asset Administration Shell (Obiettivo 4).

Conoscenza delle tecniche di analisi di dati industriali strutturati (SQL), semi-strutturati (XML, JSON), e dei concetti base di manutenzione predittiva con machine learning (Obiettivo 5).

Comprensione delle tecnologie abilitanti moderne, tra cui OPC UA, Digital Twin e Cyber-Physical Systems (Obiettivo 6).

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Collaborare con esperti alla progettazione di sistemi di automazione real-time gestendo eventi discreti e variabili analogiche in modo efficiente (Obiettivo 1).

Collaborare con esperti alla configurazione e analisi di reti industriali a tempo reale, valutando la qualità del servizio e la latenza di comunicazione (Obiettivo 2).

Collaborare con esperti alla programmazione di soluzioni di controllo con PLC e modellazione di processi industriali con linguaggi normati (SFC) (Obiettivo 3).

Applicare standard industriali nei progetti per garantire interoperabilità, modularità e scalabilità delle soluzioni (Obiettivo 4).

Estrarre, trasformare e analizzare dati da sorgenti SQL, XML, JSON e valutare modelli predittivi per ottimizzare la manutenzione (Obiettivo 5).

Collaborare con esperti alla integrazione di tecnologie come Digital Twins e OPC UA in sistemi Cyber-Physical complessi (Obiettivo 6).

#### Autonomia di giudizio

Valutare criticamente l'adeguatezza delle soluzioni di automazione real-time in relazione alla complessità del processo (Obiettivo 1).

Giudicare l'efficacia e la scalabilità delle reti industriali selezionate in contesti produttivi ad alta affidabilità (Obiettivo 2).

Analizzare in modo critico le scelte progettuali relative a PLC e linguaggi di programmazione per garantire manutenibilità e robustezza (Obiettivo 3).

Valutare l'applicazione di normative e standard nella digitalizzazione dei sistemi, con particolare attenzione all'interoperabilità (Obiettivo 4).

Interpretare correttamente dati complessi e scegliere gli strumenti più efficaci per l'analisi e la manutenzione predittiva (Obiettivo 5).

Riflettere sull'efficacia e sull'impatto dell'introduzione di CPS, Digital Twins e OPC UA nei processi aziendali (Obiettivo 6).

#### Abilità comunicative

Capacità di comunicare in modo chiaro e tecnico il funzionamento di un sistema di automazione industriale, evidenziando criticità e benefici (Obiettivo 1).

Abilità nel descrivere l'architettura delle reti industriali e il ruolo dei protocolli real-time in un contesto multidisciplinare (Obiettivo 2).

Capacità di presentare diagrammi SFC e logiche PLC a colleghi e stakeholder, illustrando la logica di controllo sottostante (Obiettivo 3).

Competenza nel descrivere e motivare l'adozione di standard di interoperabilità e digitalizzazione nei contesti di Industria 4.0 (Obiettivo 4).

Abilità nell'espone con chiarezza analisi di dati, risultati di manutenzione predittiva e implicazioni di machine learning (Obiettivo 5).

#### Capacità di apprendimento

Autonomia nell'approfondimento delle tecnologie emergenti nell'automazione industriale e dei paradigmi real-time (Obiettivo 1).

Attitudine all'aggiornamento continuo su protocolli industriali, reti e architetture di comunicazione (Obiettivo 2).

Capacità di apprendere e applicare nuove metodologie di programmazione dei PLC e linguaggi di automazione standardizzati (Obiettivo 3).

Interesse nell'esplorare gli sviluppi normativi e gli standard europei per la digitalizzazione dei sistemi produttivi (Obiettivo 4).

Disponibilità ad approfondire strumenti di analisi dati, algoritmi predittivi e tecniche per la manutenzione intelligente (Obiettivo 5).

Motivazione nell'apprendimento di concetti avanzati come Digital Twins, OPC UA, CPS e sistemi multi-agente per l'automazione (Obiettivo 6).

## DESCRIZIONE

/\*\*/

PROGRAMMA DEL CORSO: ELENCO DELLE VIDEOLEZIONI

Introduzione all'automazione industriale Il tempo reale Implementazione del real time Reti di Calcolatori Il modello ISO-OSI Reti a industriali a tempo reale Controllo di variabili analogiche Il PLC: controllore logico programmabile Linguaggio Sequential Functional Chart Sistemi ad eventi discreti Industria 4.0: normativa correlata Richiami di protocolli di trasmissione Introduzione alla Open Platform Communications Unified Architecture Open Platform Communications Unified Architecture, sicurezza, prestazioni, compatibilità Digital Twins Analisi di Dati Analisi di dati strutturati: RDBMS ed SQL Analisi di dati semi-strutturati: XML Analisi di dati semi-strutturati:JSON Machine learning per la manutenzione predittiva Clustering e Deep Learning per la manutenzione predittiva IEC 611499 Elementi di IEC 61499 Modelli di IEC 61499 Introduzione ai Cyber-Physical Systems Industrial Cyber-Physical Systems Cenni su sistemi ad agenti per l'automazione Interoperabilità e Complessità RAMI 4.0 Asset Administration Shell

## AGENDA

/\*\*/

Calendario lezioni sincrone 2a edizione 2026:

Massimiliano Pirani Il modello ISO-OSI e sue lezioni ingegneristiche 02/02/2026 ore 16:00-17:00 La rivoluzione del paradigma event-driven in industria 4.0 02/02/2026 ore 17:00-18:00 Cyber-physical production systems 16/02/2026 ore 18:00-19:00 La complessità nella automazione industriale 16/02/2026 ore 19:00-20:00 Approfondimenti sui sistemi multi-agente 20/02/2026 ore 15:00-16:00 Holonic Control Architectures 20/02/2026 ore 16:00-17:00