



**Istituto Tecnico Industriale Statale "Q. Sella"**  
13900 BIELLA



## Anno Scolastico 2024/2025

**CLASSE V sez.   A   Indirizzo   MME.MEC**

DISCIPLINA	Sistemi e automazione
DOCENTE	Dionisio Francesco e Boccato Alberto
TESTO/I ADOTTATO/I	Sistemi e automazione vol. 3 Natali e Aguzzi

Biella, 23/04/2025

L'/Gli insegnante/i:

*Non è richiesta la firma dei Rappresentanti di classe degli allievi*



## PROGRAMMAZIONE DI DIPARTIMENTO

### Modulo 1 – TRASDUTTORI.

Tempi: 18 ore

Peso: 20%

Numero di verifiche: 2

#### **Generalità sui trasduttori.**

Definizioni e classificazioni. Parametri caratteristici: caratteristica di trasferimento, affidabilità e criteri di scelta.

#### **Funzionamento dei trasduttori.**

##### *Trasduttori di posizione.*

Potenzimetri lineari e angolari. Riga ottica. Trasformatore differenziale. Inductosyn. Resolver. Synchro resolver. Encoder.

##### *Trasduttori di velocità.*

Dinamo tachimetrica. Alternatore tachimetrico.

##### *Trasduttori di forza.*

Estensimetri a resistenza. Estensimetri piezoelettrici. Celle di carico.

##### *Trasduttori di pressione.*

Trasduttori estensimetrici. Trasduttori potenziometrici.

##### *Trasduttori di livello.*

Trasduttori conduttivi. Trasduttori capacitivi. Trasduttori a tasteggio elettromeccanico. Trasduttori a ultrasuoni. Trasduttori a microonde. Trasduttori a lamelle vibranti. Trasduttori a pressione idrostatica.

##### *Trasduttori di flusso.*

Trasduttori di flusso magneto-induttivi. Flussostati a vortice. Trasduttori di flusso a ultrasuoni. Flussostati a microonde. Flussostati a scambio calorimetrico.

##### *Trasduttori di temperatura.*

Termoresistenze. Termistori. Termocoppie. Trasduttori di temperatura integrati.

##### *Trasduttori di prossimità.*

Interruttori induttivi. Interruttori capacitivi. Trasduttori a ultrasuoni. Sensori a effetto Hall. Fotocellule.

#### **Laboratorio.**



**Istituto Tecnico Industriale Statale "Q. Sella"**  
13900 BIELLA



Verifica delle caratteristiche di impiego e di funzionamento di alcuni tipi di sensori e di trasduttori.

## **Modulo 2 – TEORIA DEI SISTEMI DINAMICI CONTINUI.**

Tempi: 18 ore

Peso: 15%

Numero di verifiche: 2

### ***Architettura dei sistemi di controllo automatico.***

Comando, regolazione e controllo. Principio di funzionamento e struttura: sistema di misurazione, sistema di elaborazione e sistema di attuazione. Classificazione fondamentale: concetto di retroazione o feedback, sistemi di controllo ad anello aperto e sistemi di controllo ad anello chiuso. Tipi di segnale. Parametri caratteristici.

### ***Metodo della trasformata di Laplace.***

Le fasi dell'analisi: considerazioni di base sulla relazione ingresso-uscita. Metodo della trasformata di Laplace: proprietà delle trasformate di Laplace e tabelle delle trasformate notevoli. Funzione di trasferimento: analisi di alcuni semplici sistemi meccanici, analisi di alcuni semplici circuiti elettrici. Calcolo della funzione di trasferimento: impiego delle tabelle delle trasformate notevoli. Considerazioni finali.

### ***Schemi a blocchi funzionali.***

Elementi caratteristici degli schemi a blocchi: blocchi, nodi e diramazioni. Algebra degli schemi a blocchi: operazioni di semplificazione, operazioni di spostamento, operazioni di unificazione e di scomposizione. Sintesi di uno schema a blocchi.

### ***Schemi equivalenti.***

Stesura dello schema equivalente: analogia termica, analogia idraulica e analogia meccanica.

## **Modulo 3 – REGOLATORI INDUSTRIALI E SERVOMECCANISMI.**

Tempi: 12 ore

Peso: 15%

Numero di verifiche: 1

### ***Regolatori industriali.***

I termini del problema della regolazione. Tipi di regolazione: regolazione on-off, regolazione proporzionale P, regolazione integrale I e regolazione derivativa D. Tipi di sollecitazione.



**Istituto Tecnico Industriale Statale "Q. Sella"**  
13900 BIELLA



Regolazione mista PI. Regolazione mista PD. Regolazione mista PID. Regolatori elettronici (PID).

### ***Servomeccanismi.***

Classificazione. Servomeccanismi di posizione e di velocità elettromeccanici.

### ***Laboratorio.***

Azionamento motore brushless e/o motore passo-passo.

## **Modulo 4 – CONTROLLORI LOGICI PROGRAMMABILI (PLC).**

Tempi: 34 ore

Peso: 30%

Numero di verifiche: 3

### ***Il sistema PLC.***

Definizione secondo norma IEC EN 61131-1. Logica cablata e programmabile. Criteri di classificazione dei PLC. Architettura del PLC. Unità di alimentazione. Unità centrale: CPU, memoria, system bus, altri componenti dell'unità centrale. Unità di comunicazione: rete di stabilimento. Unità ingressi/uscite (I/O): moduli d'ingresso e di uscita digitali e analogici, moduli I/O remoti e moduli specializzati. Terminale di programmazione: classificazione dei terminali di programmazione e programmazione con PC. Strumenti di supervisione: Tecnologia SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) e dispositivi HMI (Human-Machine Interface). Sicurezza dei sistemi di controllo con PLC.

### ***Funzionamento del PLC.***

Elementi funzionali: elementi funzionali logici e matematico/logici. Indirizzamento degli elementi funzionali e degli I/O.

### ***Criteri di scelta del PLC.***

Criteri funzionali, tecnologici, operativi ed economici. Strumenti per la scelta. L'evoluzione del PLC: il controllore d'automazione programmabile (PAC), confronto tra PAC e PLC.

### ***I linguaggi di programmazione.***

Linee guida della norma IEC EN 61131-3. Linguaggi grafici. Linguaggi letterali. Le fasi della programmazione del PLC: definizione dello schema funzionale, indirizzamento degli elementi funzionali, codifica e implementazione del programma.

### ***Il linguaggio LD (Ladder Diagram) e la sua traduzione in IL (Instruction List).***



**Istituto Tecnico Industriale Statale "Q. Sella"**  
13900 BIELLA



Conversione del diagramma a relè in linguaggio grafico a contatti (LD). Lista di istruzioni (IL). Istruzioni fondamentali di logica a relè: inizio linea logica o blocco contatti con un contatto NA oppure NC, collegamento di contatti in serie e in parallelo, abilitazione di uscite non ritentive e ritentive. Programmazione di blocchi di contatti: blocchi di contatti in serie, in parallelo e in collegamento misto, linee logiche equivalenti. Simulazione di un sequenziatore logico. Esempi di cicli automatici con cilindri elettropneumatici. Istruzioni di temporizzazione. Istruzioni di conteggio. Istruzioni di movimento dati: istruzioni di scorrimento e di spostamento. Istruzioni di controllo: definizione di un blocco logico, salto condizionato ed esecuzione di un sottoprogramma. Studio di alcuni casi di automazione.

### ***Laboratorio.***

Realizzazione, analisi e simulazione di azionamenti automatici con l'impiego del software gratuito *LogicLab5*.

## **Modulo 5 – ELEMENTI DI ROBOTICA INDUSTRIALE.**

Tempi: 18 ore

Peso: 20%

Numero di verifiche: 2

### ***Caratteristiche costruttive dei robot industriali.***

Definizione di robot industriale secondo norma ISO/TR 8373. Architettura del robot industriale: componenti principali. Struttura meccanica: gradi di libertà (GDL), tipi di giunti e parametri prestazionali caratteristici. Classificazione cinematica dei robot industriali: robot cartesiani, robot cilindrici, robot polari, robot articolati, robot SCARA e robot paralleli. Sistema di azionamento dei giunti: attuatori pneumatici, idraulici ed elettrici, organi di trasmissione. Sistema sensoriale: sensori, misura della distanza, misura della prossimità, misura del tatto. Unità di governo: controllo on-off, controllo punto-punto, controllo continuo e controllo adattativo. Attuatore finale: organi di presa.

### ***La programmazione dei robot industriali.***

Sistemi di programmazione: metodi di programmazione. Programmazione on-line. Programmazione off-line. L'evoluzione della programmazione. Linguaggi di programmazione: classificazione, evoluzione degli RL.

### ***Applicazioni dei robot industriali.***

*Classificazione funzionale.*



**Istituto Tecnico Industriale Statale "Q. Sella"**  
13900 BIELLA



Robot di manipolazione. Robot di saldatura. Robot di montaggio. Robot di finitura. Robot di movimentazione. Robot di misura.

*Cobot (Collaborative Robot).*

Definizione. Vantaggi. Criteri di scelta e applicazioni. Programmazione e possibili sviluppi futuri.

### ***Robot di servizio.***

Ambiti di applicazione della robotica di servizio: interazione uomo-robot. Robotica logistica. Robotica medica. Robotica esplorativa. Robotica umanoide: Asimo, iCub Robot R1 e Pepper.

### ***La robotica collaborativa (Educazione Civica).***

Robot collaborativi: i nuovi paradigmi produttivi. La salute e la sicurezza nelle nuove forme di collaborazione uomo-macchina.

### ***Laboratorio.***

Programmazione elementare del robot *e.Do Comau* mediante linguaggio di programmazione *PDL2*.

## **Modulo 1**

### **TRASDUTTORI**

1. Conoscere e sapere descrivere i principali tipi di trasduttori.

1.1. Conoscere la classificazione e i parametri caratteristici dei vari tipi di trasduttori.



- 1.2. Sapere descrivere le caratteristiche di impiego e il principio di funzionamento dei vari tipi di trasduttori.
- 1.3. Conoscere le principali tecniche di conversione dei segnali.
2. Sapere calcolare le grandezze caratteristiche dei trasduttori.
  - 2.1. Sapere calcolare i parametri di funzionamento dei vari tipi di trasduttori.
  - 2.2. Sapere eseguire semplici calcoli relativi al condizionamento dei segnali.

## **Modulo 2**

### **TEORIA DEI SISTEMI DINAMICI CONTINUI**

1. Sapere i concetti di base relativi ai controlli automatici.
  - 1.1. Conoscere la classificazione fondamentale dei controlli automatici.
  - 1.2. Conoscere i parametri caratteristici dei controlli automatici.
2. Sapere realizzare e analizzare il modello di un semplice sistema meccanico o elettrico.
  - 2.1. Sapere costruire e semplificare lo schema a blocchi funzionali di un sistema.
  - 2.2. Sapere ricavare la funzione di trasferimento di un semplice sistema meccanico o elettrico.

## **Modulo 3**

### **REGOLATORI INDUSTRIALI E SERVOMECCANISMI**

1. Sapere la classificazione e il principio di funzionamento dei vari tipi di regolatori industriali.
  - 1.1. Conoscere il principio di funzionamento dei diversi tipi di regolatori.
  - 1.2. Conoscere i criteri di scelta e le applicazioni dei vari tipi di regolatori.
2. Conoscere e sapere analizzare le principali applicazioni dei sistemi di controllo in ambito industriale.
  - 2.1. Sapere rappresentare lo schema a blocchi funzionali dei principali servomeccanismi.
  - 2.2. Sapere analizzare la funzione di trasferimento dei principali servomeccanismi.

## **Modulo 4**

### **CONTROLLORI LOGICI PROGRAMMABILI**

1. Sapere il principio di funzionamento dei controllori logici programmabili.
  - 1.1. Conoscere la classificazione e i criteri di scelta dei controllori logici programmabili.



- 1.2. Sapere analizzare il principio di funzionamento di un controllore logico programmabile.
- 1.3. Sapere descrivere la struttura e i componenti di un controllore logico programmabile.
2. Sapere programmare un controllore logico programmabile.
  - 2.1. Conoscere la classificazione e le caratteristiche dei principali linguaggi di programmazione.
  - 2.2. Sapere utilizzare un linguaggio di programmazione per risolvere semplici problemi di attuazione automatica.

## **Modulo 5**

### **ELEMENTI DI ROBOTICA INDUSTRIALE**

1. Conoscere la classificazione e sapere descrivere le caratteristiche costruttive dei principali robot industriali.
  - 1.1. Conoscere la definizione e la classificazione dei robot industriali.
  - 1.2. Conoscere i componenti principali e la nomenclatura della struttura meccanica.
  - 1.3. Conoscere le caratteristiche delle diverse tipologie di robot industriali.
2. Sapere descrivere il principio di funzionamento dei principali robot industriali.
  - 2.1. Sapere analizzare il modello funzionale di un robot industriale.
  - 2.2. Sapere descrivere il sistema di attuazione e di controllo dei robot industriali.
  - 2.3. Conoscere le principali tecniche di programmazione di un robot industriale.
  - 2.4. Sapere programmare istruzioni elementari di movimento.

#### ***La robotica collaborativa (Educazione Civica).***

Robot collaborativi: i nuovi paradigmi produttivi. La salute e la sicurezza nelle nuove forme di collaborazione uomo-macchina.

#### ***Laboratorio.***

Programmazione elementare del robot *e.Do Comau* mediante linguaggio di programmazione *PDL2*.



## PROGRAMMA SVOLTO

**Modulo 1 Peso: 20% Titolo: TRASDUTTORI:** Trasduttori Classificazione. Parametri caratteristici dei trasduttori: caratteristiche statiche e dinamiche. Trasduttori con uscita a variazione resistiva: termoresistenze, termistori, estensimetri e fotoresistori. Potenzimetro come trasduttore di posizione. Trasduttori con uscita in tensione: trasduttori piezoelettrici, trasduttori a effetto Hall, termocoppie e celle fotovoltaiche. Trasduttori con uscita a variazione reattiva: proximity e trasformatore differenziale. Encoder assoluto e incrementale. Condizionamento dei segnali. Conversione in tensione: partitore di tensione e ponte di Wheatstone. Dinamo tachimetrica. Alternatore.

**Modulo 2 Peso: 15% Titolo: TEORIA DEI SISTEMI DINAMICI CONTINUI.** Architettura dei sistemi di controllo automatico. Comando, regolazione e controllo. Principio di funzionamento e struttura: sistema di misurazione, sistema di elaborazione e sistema di attuazione. Classificazione fondamentale: concetto di retroazione o feedback, sistemi di controllo ad anello aperto e sistemi di controllo ad anello chiuso. Tipi di segnale. Parametri caratteristici. Metodo della trasformata di Laplace. Le fasi dell'analisi: considerazioni di base sulla relazione ingresso-uscita. Metodo della trasformata di Laplace: proprietà delle trasformate di Laplace e impiego delle tabelle. Funzione di trasferimento: analisi di alcuni semplici sistemi meccanico, analisi di alcuni semplici circuiti elettrici. Calcolo della funzione di trasferimento: impiego delle tabelle Considerazioni finali. Schemi a blocchi funzionali. Elementi caratteristici degli schemi a blocchi: blocchi, nodi e diramazioni. Algebra degli schemi a blocchi: operazioni di semplificazione, operazioni di spostamento, operazioni di unificazione e di scomposizione. Sintesi di uno schema a blocchi. Schemi equivalenti. Stesura dello schema equivalente: analogia termica.

**Modulo 3 Peso: 15% Titolo: REGOLATORI INDUSTRIALI E SERVOMECCANISMI** Regolatori industriali. I termini del problema della regolazione. Tipi di regolazione: regolazione on-off, regolazione proporzionale P, regolazione integrale I e regolazione derivativa D. Tipi di sollecitazione. Regolazione mista PI. Regolazione mista PD. Regolazione mista PID. Regolatori elettronici (PID). Servomeccanismi. Classificazione. Servomeccanismi di posizione e di velocità elettromeccanici.

**Modulo 4 Peso: 35% Titolo: CONTROLLORI LOGICI PROGRAMMABILI (PLC)** Il sistema PLC. Definizione. Logica cablata e programmabile. Classificazione dei PLC. Architettura del PLC. Unità di alimentazione. Unità centrale: CPU, memoria, system bus, altri componenti dell'unità centrale. Unità ingressi/uscite (I/O): moduli d'ingresso e di uscita digitali e analogici. Funzionamento del PLC. Elementi funzionali: elementi funzionali logici e matematico/logici. Criteri di scelta del PLC. Criteri funzionali, tecnologici, operativi ed economici. Strumenti per la scelta. I linguaggi di programmazione. Linguaggi grafici. Linguaggi letterali. Le fasi della programmazione del PLC: definizione dello schema funzionale, indirizzamento degli elementi funzionali, codifica e implementazione del programma. Il linguaggio LD (Ladder Diagram) e la sua traduzione in IL (Instruction List). Conversione del diagramma a relè in linguaggio grafico a contatti (LD). Lista di istruzioni (IL). Istruzioni fondamentali di logica a relè: inizio linea logica o blocco contatti con un contatto NA oppure NC, collegamento di contatti in serie e in parallelo, abilitazione di uscite non ritentive e ritentive. Programmazione di blocchi di contatti: blocchi di



**Istituto Tecnico Industriale Statale "Q. Sella"**  
13900 BIELLA



contatti in serie, in parallelo e in collegamento misto, linee logiche equivalenti. Esempi di cicli automatici con cilindri elettropneumatici. Istruzioni di temporizzazione. Istruzioni di conteggio. Studio di alcuni casi di automazione.

**Modulo 5 Peso: 15% Titolo: ELEMENTI DI ROBOTICA INDUSTRIALE** Caratteristiche costruttive dei robot industriali. Definizione di robot industriale. Architettura del robot industriale: componenti principali. Struttura meccanica: gradi di libertà (GDL), tipi di giunti e parametri prestazionali caratteristici. Classificazione cinematica dei robot industriali: robot cartesiani, robot cilindrici, robot polari, robot articolati, robot SCARA e robot paralleli. Sistema di azionamento dei giunti: attuatori pneumatici, idraulici ed elettrici, organi di trasmissione. Sistema sensoriale: sensori, misura della distanza, misura della prossimità, misura del tatto. Unità di governo: controllo on-off, controllo punto-punto, controllo continuo e controllo adattativo. Attuatore finale: organi di presa. La programmazione dei robot industriali. Sistemi di programmazione: metodi di programmazione. Programmazione on-line. Programmazione off-line. L'evoluzione della programmazione. Linguaggi di programmazione: classificazione. Applicazioni dei robot industriali. Classificazione funzionale. Robot di manipolazione. Robot di saldatura. Robot di montaggio. Robot di finitura. Robot di movimentazione. Robot di misura. Cobot (Collaborative Robot).

#### **METODI UTILIZZATI**

- Lezione esposizione/discussione
- Risoluzione di problemi

#### **MEZZI E STRUMENTI**

- Libri di testo adottati
- Dispense fornite da insegnante
- PC e laboratorio

#### **VERIFICHE**

- Prove semistrutturate (misto aperto/chiuso) 8 verifiche