PROGRAMMA SVOLTO

CLASSE	5ET1	DISCIPLINA	Sistemi Automatici
DOCENTE	Prof. Nicola Di Giacomo & Prof. Valerio Grillo	A.S.	2025/2026

1. Obiettivi Disciplinari

Al termine del percorso scolastico, gli studenti hanno maturato le seguenti competenze:

- Capacità di modellizzare sistemi fisici attraverso l'uso della trasformata di Laplace e delle funzioni di trasferimento.
- Capacità di analizzare il comportamento dei sistemi nel dominio del tempo e della frequenza (Diagrammi di Bode).
- Capacità di valutare la stabilità di un sistema retroazionato e di calcolare gli errori a regime.
- Competenza nella progettazione e nel dimensionamento di regolatori industriali (P, PI) e di catene di acquisizione dati (condizionamento, campionamento e conversione).
- Abilità nella programmazione di controllori logici programmabili (PLC) e nell'interfacciamento con attuatori elettropneumatici.
- Capacità di operare in team per lo sviluppo di progetti integrati hardware/software.

2. Strumenti

Per il raggiungimento degli obiettivi sono stati utilizzati i seguenti sussidi:

- Libro di testo in adozione e dispense fornite dal docente.
- Software di simulazione tecnica e ambienti di sviluppo per microcontrollori.
- Hardware di laboratorio: piattaforme Arduino, PLC industriali, banchi prova per pneumatica.
- PC di laboratorio e LIM per la proiezione di schemi e simulazioni in tempo reale.

3. Metodi di Insegnamento

L'azione didattica si è sviluppata attraverso:

- **Lezione frontale e partecipata:** per l'introduzione dei concetti teorici e dei modelli matematici.
- **Didattica laboratoriale (Learn by doing):** centralità dell'attività pratica per la verifica delle leggi fisiche e della logica di controllo.
- **Problem Solving:** esercitazioni guidate su casi reali di automazione industriale e condizionamento del segnale.
- **Apprendimento cooperativo:** lavori di gruppo in laboratorio per lo sviluppo dell'area di progetto e delle relazioni tecniche.

4. Verifica e Valutazione

Il processo di valutazione ha monitorato costantemente il livello di apprendimento attraverso:

- **Verifiche scritte:** test a risposta multipla, domande a risposta aperta ed esercizi di analisi analitica/grafica (Bode, errori a regime, dimensionamento componenti).
- **Prove pratiche di laboratorio:** valutazione della capacità di montaggio dei circuiti, configurazione dei dispositivi e programmazione dei controllori.
- **Interrogazioni orali:** per verificare la padronanza del lessico tecnico e la capacità di analisi critica.
- **Criteri di valutazione:** si è tenuto conto non solo della correttezza del risultato finale, ma soprattutto della chiarezza dei passaggi logici seguiti. La scala di valutazione è decimale, con l'attribuzione di un punteggio base per valorizzare l'impegno e la partecipazione.

5. Contenuti Disciplinari in Moduli

Modulo 1: La Trasformata di Laplace e l'analisi dei sistemi elementari Il corso ha preso avvio con un richiamo matematico essenziale sullo strumento della Trasformata e dell'Antitrasformata di Laplace. Gli studenti hanno acquisito le competenze per ricavare la Funzione di Trasferimento (F.d.T.) di reti elettriche elementari (RC, RL, RLC) operando nel dominio di "s". È stata condotta un'analisi dettagliata della risposta temporale dei sistemi del primo e del secondo ordine sollecitati da un ingresso a gradino, ponendo particolare attenzione all'interpretazione fisica dei parametri dinamici, come le costanti di tempo.

Modulo 2: Risposta in frequenza e Diagrammi di Bode Il secondo modulo ha introdotto l'analisi dei sistemi nel dominio della frequenza. Gli studenti hanno imparato le regole pratiche e analitiche per il tracciamento dei diagrammi di Bode (modulo e fase) a partire da una F.d.T.. Il lavoro si è concentrato sull'analisi delle singolarità: guadagno statico, poli e zeri reali, poli e zeri nell'origine, e sull'interpretazione delle pendenze asintotiche (es. -20 dB/dec o -40 dB/dec) e dei salti di fase. Parte integrante di questo modulo è stata la lettura critica dei grafici per calcolare analiticamente le pulsazioni di attraversamento e valutare qualitativamente la stabilità del sistema tramite l'osservazione dei margini.

Modulo 3: Struttura e parametri dei Sistemi di Controllo Si è passati allo studio dell'architettura generale dei sistemi automatici, distinguendo il comportamento dei sistemi ad anello aperto da quelli ad anello chiuso (retroazionati). Tramite l'algebra degli schemi a blocchi, è stata ricavata la funzione di trasferimento a ciclo chiuso. Particolare attenzione è stata dedicata ai concetti di regime statico e dinamico, alla classificazione dei sistemi in base al "Tipo" (0, 1, 2) e al calcolo dell'errore a regime in presenza di segnali di riferimento e disturbi (additivi e parametrici), evidenziando il ruolo fondamentale della retroazione nel migliorare le prestazioni del processo.

Modulo 4: I Regolatori industriali (P, PI, PID) e la Stabilità Questo modulo centrale ha affrontato le tecniche di regolazione industriale. Sono stati analizzati gli effetti delle singole azioni di controllo: l'azione Proporzionale (P), l'azione Integrale (I) — studiata per la sua capacità di annullare completamente l'errore a regime per ingressi a gradino modificando il "Tipo" del sistema. Attraverso l'uso dei diagrammi di Bode, gli studenti hanno applicato il criterio di stabilità, quantificando i parametri di Margine di Fase e Margine di Guadagno. Sono state inoltre affrontate le tecniche base per la stabilizzazione dei sistemi instabili o troppo oscillatori (riduzione del guadagno o introduzione di semplici reti correttrici).

Modulo 5: Catena di Acquisizione Dati e Interfacciamento Il programma ha poi analizzato il collegamento tra il mondo fisico e i sistemi di elaborazione digitale, studiando l'architettura dei sistemi. Gli studenti hanno esaminato le caratteristiche dei principali trasduttori industriali (come le termocoppie) e la generalizzazione del condizionamento del segnale. Sono stati svolti esercizi pratici sul dimensionamento di resistenze di shunt per convertire correnti in tensioni, e operazioni di "Level Shifting" (offset) (traslazione) per adattare i segnali bipolari agli ingressi unipolari dei microcontrollori. Il modulo si è concluso con lo studio dei circuiti di Sample & Hold, della discretizzazione dei segnali e della conversione tramite ADC (Analog to Digital Converter) valutando parametri critici come tempi di conversione, risoluzione e quantizzazione legata al numero di bit.

Modulo 6: Elementi di Automazione e Robotica L'ultimo modulo, a forte vocazione laboratoriale, è stato dedicato al funzionamento degli attuatori e delle elettrovalvole, imparando a configurare semplici cicli di lavorazione. Queste conoscenze sono state interfacciate con la programmazione dei PLC e con accenni all'utilizzo di un braccio robotico. Parallelamente, una parte del monte ore è stata dedicata all'Area di Progetto (in sinergia con la materia TPSEE), sviluppando soluzioni integrate hardware/software tramite piattaforme Arduino e PLC.