

*Istituto Tecnologico E. Fermi, Lucca*  
**Programma di Sistemi automatici per l'a.s. 2023/24**  
**Classe 5AET**

**Modulo 1: sistemi di controllo e relativi parametri**

Sistemi di controllo a catena aperta e a catena chiusa: schemi a blocchi e confronto delle prestazioni.

Funzione di trasferimento ad anello chiuso e ad anello aperto, forma generale della f.d.t. ad anello aperto: tipo del sistema, guadagno statico della linea diretta e di quella di retroazione.

Effetti della retroazione su un sistema del 1° ordine: guadagno statico, costante di tempo, banda passante, prodotto guadagno-banda.

Errore a regime in un sistema di controllo, valutazione dell'errore a regime a seconda del tipo del sistema e dell'ingresso applicato: errore di posizione, di velocità e di accelerazione nei sistemi di tipo 0,1 e 2.

Velocità di risposta e banda passante.

Sensibilità ai disturbi esterni; caso del disturbo inserito in uscita: calcolo della risposta dovuta al disturbo, disturbo percentuale ad anello aperto e ad anello chiuso, formule di progetto per  $H_0$  e  $k_0$ .

Disturbi parametrici.

**Modulo 2: stabilità dei sistemi di controllo ad anello chiuso**

Stabilità di un sistema di controllo: definizione di sistema asintoticamente stabile, marginalmente stabile ed instabile.

Criterio di stabilità basato sulla posizione dei poli nel piano complesso: funzione caratteristica ed esame delle possibili disposizioni dei poli.

Criterio di stabilità di Nyquist: diagramma di N. della funzione di trasferimento ad anello aperto, criterio generalizzato e criterio ristretto di stabilità, calcolo del margine di guadagno.

Criterio di stabilità di Bode: applicabilità, pulsazione di attraversamento  $\omega_T$ , valutazione grafica ed analitica della fase in corrispondenza di  $\omega_T$ , calcolo del margine di fase.

Considerazioni sui sistemi retroazionati: equivalenza tra  $\omega_T$  e la pulsazione di taglio ad anello chiuso, conseguenze.

**Modulo 3: programmazione del PLC**

Piedinatura di un PLC Siemens della serie S7-1200, struttura del programma utente, tipi di dati, indirizzamento di tipo bit e di tipo byte, linguaggio di programmazione KOP: operazioni sui bit, operazioni di temporizzazione e di conteggio, operazioni di confronto e di trasferimento.

Linguaggio Grafcet e diagrammi di flusso, dallo schema grafcet allo schema ladder: tecnica batch di conversione e suddivisione del programma in moduli, applicazione alla risoluzione di problemi di automazione industriale.

I pannelli HMI: configurazione, oggetti principali e programmazione.

Acquisizione e generazione di segnali analogici mediante PLC, istruzioni di conversione NORM\_X e SCALE\_X, sistemi di controllo a microprocessore.

**Modulo 4: trasduttori e attuatori**

Trasduttori di temperatura: termoresistenza PT100, termistori, trasduttori integrati AD590 e LM35, caratteristiche e circuiti di condizionamento.

Trasduttori di velocità angolare: dinamo tachimetrica, encoder incrementale ed encoder a fase.

Struttura di un motore in continua a magnete permanente e principio di funzionamento, reversibilità.

Equazioni del motore nel dominio del tempo, schema a blocchi del motore e relativa funzione di trasferimento, costanti di tempo e risposta in frequenza.

Equazioni del motore a regime, caratteristica meccanica, coppia di avviamento, corrente di spunto, velocità a vuoto teorica, punto di lavoro, regolazione della velocità a coppia costante con tecnica PWM.

## **Modulo 5: regolatori industriali**

Regolatori P, PI e PD: funzione svolta, relazione ingresso-uscita, funzione di trasferimento, effetto sui parametri del sistema di controllo, criterio di progetto del regolatore.

Cenni ai regolatori PID.

**Laboratorio:** in fase di laboratorio sono state svolte esercitazioni tramite l'uso del computer e di software specifico per la programmazione del PLC(TIA Portal) sui principali argomenti del programma con il duplice obiettivo di acquisire familiarità nell'utilizzo del programma menzionato e di mettere in pratica le conoscenze apprese in classe. Le principali esperienze svolte in laboratorio sono state le seguenti:

- Progetto e collaudo dell'inversione di marcia di un MAT;
- Progetto e collaudo di un cancello automatico;
- Progetto e collaudo di un ciclo elettropneumatico bloccante a 3 cilindri con pannello HMI.
- Progetto di un sistema di controllo del livello di un liquido in una cisterna.

Lucca, 4 giugno 2024

Gli insegnanti  
S. Navarini  
A. Benedetti