

**Programma di Sistemi automatici per l'a.s. 2016/17**

**Classe 5BET**

**Modulo 1: trasduttori e circuiti di condizionamento**

Definizione e funzioni di un circuito di condizionamento. Utilizzo dell'amplificatore operazionale nei circuiti di condizionamento per realizzare amplificatori invertenti e non invertenti, inseguitori di tensione, convertitori corrente/tensione. L'amplificatore per strumentazione INA 111.

Trasduttori di temperatura integrati AD590 e LM35: legame ingresso/uscita e relativi circuiti di condizionamento, eliminazione dell'offset e regolazione dell'amplificazione.

Caratteristiche dei dispositivi fotoelettrici: diodo LED, fotoresistenza, fotodiodo e fototransistor, cella fotovoltaica e fotoaccoppiatore.

Trasduttori di velocità e di posizione angolare: dinamo tachimetrica, encoder incrementale ed encoder assoluto, struttura e principio di funzionamento, legame ingresso/uscita.

**Modulo 2: motore in corrente continua a magnete permanente**

Equazione del moto rotatorio di un corpo rigido, potenza trasmessa da una coppia, caratteristica meccanica e quadranti di funzionamento di un motore, punto di lavoro.

Struttura di un motore in DC: statore, rotore, collettore, spazzole; funzionamento del motore: coppia motrice, forza controelettromotrice, equilibrio elettrico ed equilibrio meccanico.

Equazioni del motore a regime: caratteristica meccanica, coppia di avviamento, corrente di spunto, velocità a vuoto teorica, regolazione della velocità a coppia costante.

Schema a blocchi di un motore in DC, funzione di trasferimento a vuoto, costanti di tempo, poli, risposta al gradino.

Controllo della velocità a catena aperta e a catena chiusa: schemi a blocchi e confronto delle prestazioni.

Controllo ON/OFF a catena aperta con BJT di potenza, inversione del verso di rotazione.

Controllo lineare di velocità con tecnica PWM: schema a blocchi, funzionamento, risposta in frequenza del motore.

Bilancio delle potenze di un motore in DC, rendimento.

Il motore senza spazzole a una fase: principio di funzionamento e schema a blocchi.

**Modulo 3: classificazione e parametri dei sistemi di controllo**

Sistemi di controllo a catena aperta e a catena chiusa: schemi a blocchi e confronto delle prestazioni, classificazione in base ai valori che può assumere la variabile controllata.

Classificazione dei sistemi ad anello chiuso: sistemi di c. analogici, s. di c. on-off, s. di c. a previsione, s. di c. digitali: esempio di controllo di velocità di un motore DC gestito da  $\mu$ controllore.

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 reazione.

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

Errore istantaneo ed errore a regime, 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, metodi per ridurre l'errore a regime.

**Modulo 4: 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.

Criterio di stabilità di Bode: sistemi a sfasamento minimo, pulsazione di attraversamento  $\omega_T$ , valutazione grafica ed analitica della fase in corrispondenza di  $\omega_T$ ; margini di fase e di guadagno; formulazione alternativa del criterio di stabilità.

**Laboratorio:** in fase di laboratorio sono state svolte esercitazioni tramite l'uso del computer e di software specifico (Step-7 e Arduino) sui principali argomenti del programma con il duplice obiettivo di acquisire familiarità nell'utilizzo dei programmi menzionati e di mettere in pratica le conoscenze apprese in classe. Le principali esperienze svolte in laboratorio sono state le seguenti:

- montaggio di impianti elettropneumatici per la realizzazione di cicli semplici, quadri e ad L anche con l'utilizzo del PLC;
- montaggio su breadboard dei circuiti per il controllo ON/OFF della velocità e per l'inversione della rotazione di un motore in continua;
- utilizzo del  $\mu$ controllore Arduino per realizzare un controllo lineare di velocità con tecnica PWM di un motore in continua.

Lucca, 5 giugno 2017

Gli insegnanti  
S. Navarini  
A. Benedetti