

Programma d'esame

1. Introduzione.

- 1.1 Il problema del controllo.
- 1.2 Sistemi di controllo ad anello aperto e ad anello chiuso: incertezza e retroazione. Compensazione di un disturbo.
- 1.3 Aspetti generali. Impostazione "classica" e impostazione "moderna". Scomposizione euristica e disaccoppiamento. Controllo decentralizzato (cenni).
- 1.4 Controllo nell'intorno di una condizione di equilibrio.
- 1.5 Controllo "robusto", adattativo, gerarchico (cenni).
- 1.6 Tecnologia del controllore e strumentazione.

2. Controllori industriali e metodi empirici.

- 2.1 Controllori "lineari" di tipo PID.
- 2.2 Controllori non lineari a commutazione.
- 2.3 Metodi empirici per la taratura di parametri.

3. Teoria classica del controllo: sistemi lineari a tempo continuo.

- 3.1 Sistemi di controllo semplici (monovariabili). Struttura di base. Valutazione delle prestazioni.
- 3.2 Analisi del comportamento dinamico (forma e durata dei transitori). Stabilità: analisi nello spazio dei parametri, luogo delle radici, criterio di Nyquist, criterio di Bode. Precisione: smorzamento equivalente e rapidità di risposta; disturbi sulla linea d'andata, o su quella di retroazione.
- 3.3 Analisi del comportamento asintotico ("a transitorio esaurito"). Precisione "statica". Disturbi periodici.
- 3.4 Progetto per tentativi "nel dominio della frequenza": struttura libera o vincolata (PID).
- 3.5 Progetto di sistemi di controllo ad architettura complessa. Controllo multivariabile (cenni).

4. Sistemi di controllo non lineari.

- 4.1 Oscillazioni permanenti; il metodo della funzione descrittiva, il metodo di Zipkin.
- 4.2 Cenni al problema di Lur'e (congetture di Aizerman e di Kalman, criterio di Popov, criterio del cerchio).

5. Elementi di controllo digitale.

- 5.1 Sistemi di controllo a segnali campionati.
- 5.2 Campionamento e tenuta: analisi "nel dominio del tempo o della frequenza".
- 5.3 Realizzazione digitale di controllori analogici. Controllori digitali di tipo PID.
- 5.4 Progetto "a tempo discreto" di controllori digitali. Controllo a tempo minimo e a risposta piatta.
- 5.5 Cenni al controllo multivariabile: elementi di progetto nello spazio di stato (assegnamento dei poli, ottimizzazione parametrica).

Esercitazioni

A illustrazione e complemento degli argomenti svolti a lezione, è previsto lo svolgimento di esercitazioni.

Modalità d'esame

L'esame consiste di norma in una prova scritta seguita da un breve colloquio teso a valutare con maggior precisione, ovunque necessario, il grado di preparazione dell'allievo. Su esplicita richiesta dell'allievo, o per ragioni di convenienza, l'esame può anche consistere in una prova esclusivamente orale. I punti indicati come "cenni", in particolare **4.2** e **5.5**, possono considerarsi facoltativi.

Libri consigliati

- G. Guardabassi: Note di controlli automatici, Pitagora Editrice Bologna, 1997.
- G. Guardabassi, P. Rocco: Esercizi di controlli automatici, Pitagora Editrice Bologna, 1998.

Per l'approfondimento della materia, possono essere utilmente consultati i testi seguenti:

- N. S. Nise: *Control Systems Engineering*, Wiley, 2000
- G.F. Franklin, A. Emami-Naeini: *Feedback control of dynamic systems*, Addison-Wesley, 1986.
- R. C. Dorf: *Modern Control Systems*, Addison-Wesley, 1992 (6^a edizione).
- D.P. Atherton: *Nonlinear Control Engineering*, Van Nostrand, 1975.
- K.J. Åström, B. Wittenmark: *Computer controlled systems: Theory and design*, Prentice-Hall, 1984.
- M.G. Singh (Editor): *Systems and control encyclopedia*, Voll. 1-8, Pergamon, 1987.