

# CONTROLLI AUTOMATICI

**Prof. Roberto Zanasi**

(Tel: 059 2056161. E-mail: roberto.zanasi@unimo.it)

**FINALITÀ DEL CORSO:** Fornire allo studente gli strumenti di base per:  
1) descrivere e analizzare, sia da un punto di vista temporale che frequenziale, i sistemi dinamici reattori; 2) progettare regolatori, anche discreti, atti a migliorare le prestazioni dinamiche dei sistemi reattori.

**Programma del corso:**

## 1. Concetti fondamentali.

Sistemi e modelli matematici. Richiami matematici. Schemi a blocchi. Formula di Mason. Controllo ad azione diretta. Controllo in retroazione. Modelli matematici di alcuni sistemi dinamici. Esempi di modellistica dinamica.

## 2. Metodi di analisi di sistemi dinamici lineari.

Equazioni differenziali. Trasformata di Laplace. Proprietà e teoremi della trasformata di Laplace. Antitrasformazione mediante scomposizione in fratti semplici. Risposta all'impulso. Integrali di convoluzione. Analisi dei sistemi elementari del primo e del secondo ordine.

## 3. Analisi armonica.

La funzione di risposta armonica. Deduzione della risposta armonica dalla risposta all'impulso e viceversa. Diagrammi di Bode. Formula di Bode. Diagrammi polari. Regole per il tracciamento qualitativo dei diagrammi di Bode e di Nyquist. Diagrammi di Nichols.

## 4. Stabilità e sistemi in retroazione.

Definizione e teoremi relativi alla stabilità. Criterio di Routh. Proprietà generali dei sistemi in retroazione. Insensibilità ai disturbi. Errori a regime. Tipo di sistema. Criterio di Nyquist. Margine di fase. Margine di ampiezza. Stabilità dei sistemi con ritardi finiti. Pulsazione di risonanza. Picco di risonanza. Larghezza di banda.

5. **Metodo del luogo delle radici.** Definizione del luogo delle radici. Proprietà del luogo delle radici. Regole di tracciamento del luogo delle radici. Contorno delle radici. Esercizi di graficazione del luogo delle radici.
6. **Progetto delle reti correttrici.** Dati di specifica e loro compatibilità. Principali reti correttrici a resistenza e capacità. Compensazione mediante rete ritardatrice. Rete anticipatrice. Rete a ritardo e anticipo. Formule di inversione. Sintesi di reti correttrici sul piano di Nichols e sul piano di Nyquist. Regolatori standard PID.
7. **Sistemi non lineari in retroazione.** Stabilità nel caso di sistemi non lineari. Determinazione dei punti di lavoro. Metodo della funzione descrittiva. Criterio del cerchio. Criterio di Popov.
8. **Controllo digitale.** Sistemi discreti. Equazioni alle differenze. Z-trasformata. Proprietà e teoremi della Z-trasformata. Antitrasformata Z. Campionamento impulsivo. Spettro del segnale campionato. Ricostruttori di segnali. Corrispondenza tra piano s e piano z. Funzione di trasferimento discreta. Funzione di risposta armonica discreta. Criteri di stabilità per sistemi discreti. Errori a regime. Progetto per discretizzazione. Scelta del periodo di campionamento.

### Metodo di verifica:

- L'esame potrà essere fatto in forma scritta soltanto partecipando ai 2 compiti scritti in itinere che verranno svolti durante il corso o partecipando ai compiti di recupero che verranno svolti nella sessione d'esame di Giugno/Luglio dopo la fine del corso.
- Chi avrà superato i due compiti in itinere, o i compiti scritti di recupero, potrà registrare il voto medio dei due scritti.
- Per chi lo vorrà, sarà anche possibile fare un orale integrativo per cercare di migliorare il voto dello scritto.
- In tutte le altre sessioni d'esame durante l'anno l'esame potrà essere fatto solo in forma orale.

## **Materiale didattico:**

I lucidi del corso disponibili in rete.

## **Altri libri di testo consigliati:**

- G. Marro, "Controlli Automatici", 5<sup>a</sup> edizione, Zanichelli, Bologna.
- P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni, "Fondamenti di Controlli Automatici", McGraw-Hill Libri Italia, Milano, 1998.
- Katsuhiko Ogata - Luigi Biagiotti, Fondamenti di controlli automatici, Quinta edizione, Pearson, Milano-Torino
- G.F. Franklin, J.D. Powell, A. Emami-Naeini, "Feedback Control of Dynamic Systems", Third Edition, Addison-Wesley, 1994.
- R.C. Dorf, R.H. Bishop, "Modern Control Systems", Eighth Edition, Addison-Wesley, 1998.
- B.C. Kuo, "Automatic Control Systems", Seventh Edition, Prentice Hall, 1995.
- C.L. Phillips, R.D. Harbor, "Feed Control Systems", Fourth Edition, Prentice Hall International, 2000.
- G.F. Franklin, J.D. Powell, M. Workman, "Digital Control of Dynamic Systems", Third Edition, Addison-Wesley, 1998

## **Eserciziario:**

- Zanasi Roberto, "Esercizi di Controlli Automatici", Esculapio, Bologna, 2011.

**Il materiale didattico del corso é disponibile in rete:**

**<http://www.dii.unimo.it/zanasi/zanasi.htm>**