

# CONTROLLI AUTOMATICI A e B

**Prof. Roberto Zanasi**

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

**FINALITÀ DEL CORSO:** Il corso ha come scopo quello di presentare i fondamenti della teoria del controllo, specificamente le tecniche di analisi e sintesi sulle quali si basa la progettazione dei sistemi di controllo in retroazione ad una sola variabile controllata, nel caso tempo continuo e discreto.

## PROGRAMMA DI CONTROLLI AUTOMATICI A

1. **Concetti fondamentali Sistemi e modelli matematici.** Schemi a blocchi. Grafi a flusso di segnale. 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. Luoghi a M e ad N costante. Pulsazione di risonanza. Picco di risonanza. Larghezza di banda.

## PROGRAMMA DI CONTROLLI AUTOMATICI B

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.

**Testi di riferimento:**

- G. Marro, “Controlli Automatici”, 5<sup>a</sup> edizione, Zanichelli, Bologna.
- C. Bonivento, C. Melchiorri, R. Zanasi: “Sistemi di controllo Digitale”, Ed. Esculapio, Bologna.

**Altri testi consigliati:**

- P. Bolzern, R. Scattolini, N. Schiavoni, “Fondamenti di Controlli Automatici”, seconda edizione, McGraw-Hill Libri Italia, Milano, 2004.
- G.F. Franklin, J.D. Powell, A. Emami-Naeini, Feedback Control of Dynamic Systems, Third Edition, Addison-Wesley, 1994.

**Metodo di verifica:**

- Per chi durante il corso fa i 2 compiti intermedi e partecipa alle esercitazioni: possibilità di registrare il voto di media degli scritti. Sarà anche possibile recuperare con un orale la parte più carente.
- Per tutti gli altri: esame scritto e discussione orale.

**Materiale didattico:**

- Il materiale didattico del corso, e in particolare i lucidi utilizzati durante le lezioni in aula, sono disponibili in rete all'indirizzo:

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