

# 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 partecipando ad uno dei tre o quattro appelli scritti che verranno svolti nella sessioni d'esame di Giugno, Luglio e Settembre dopo la fine del corso.

Chi avrà superato uno dei compiti scritti, potrà registrare il voto.

Per chi lo vorrà, sarà anche possibile fare un orale integrativo per cercare di migliorare il voto dello scritto.

In tutte le altre sessioni 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>**