

---

# Controlli digitali

## Finalità

Il corso ha il compito di fornire i fondamenti della teoria del controllo dei sistemi digitali a dati campionati. Partendo dall'analisi dei sistemi discreti a dati campionati si studierà la sintesi dei principali sistemi di controllo digitali basati su schemi chiusi in retroazione. Una serie di esercitazioni in Laboratorio Didattico faranno da compendio al programma teorico.

## Programma

**Concetti preliminari:** Equazioni lineari alle differenze, la z-trasformata e le sue proprietà;

**I sistemi a dati campionati:** Il campionamento dei dati, scelta del tempo di campionamento, i dispositivi di tenuta, la funzione di trasferimento discreta, poli e zeri delle funzioni di trasferimento discrete, corrispondenza tra i piani s e z, i luoghi a pulsazione naturale costante e a smorzamento costante, sistemi discreti in forma di stato, diagrammi a blocchi e loro composizione.

**Stabilità dei sistemi discreti:** Stabilità esterna (BIBO), la trasformazione bilineare e il criterio di Routh-Hurwitz, il criterio di Jury, il criterio di Nyquist, il luogo delle radici.

**Le specifiche di progetto:** Gli errori a regime in risposta a segnali tipici, specifiche sul transitorio nel dominio del tempo, tempo di salita, tempo di assestamento, massima sovraelongazione, specifiche frequenziali, il margine di ampiezza e di fase, sensitività parametrica e reiezione dei disturbi, problemi di controllo ottimo.

### **Progetto dei regolatori discreti:**

a) Il progetto per discretizzazione: metodo delle trasformate all'indietro, metodo delle trasformate in avanti, metodo della trasformata bilineare, metodo della corrispondenza poli-zeri, metodo dell'invarianza della risposta all'impulso, metodo dell'invarianza della risposta al gradino.

b) Il progetto diretto: Progetto nel piano w, progetto con il luogo delle radici.

c) Progetto con metodi analitici: Il metodo di Ragazzini, l'equazione diofantea, il metodo deadbeat, il metodo deadbeat modificato, il metodo semplificato di Dahlin.

**I regolatori standard discreti:** I PID e il loro tuning, gli effetti della saturazione dei segnali, la compensazione in avanti.

**I problemi dei regolatori discreti:** la discretizzazione, la quantizzazione, l'aliasing.

**I dispositivi di controllo:** I microcontrollori e i DSP, i sensori, gli attuatori.

## Attività d'esercitazione

Il corso prevede una serie di esercitazioni svolte in Laboratorio Didattico durante le quali verranno applicate le tecniche di analisi dei sistemi discreti e verrà svolta la sintesi di alcuni regolatori proposti nelle lezioni di teoria. E' previsto l'insegnamento e l'uso dei programmi Matlab e Simulink.

## Modalità d'esame

Le prove di esame sono svolte per iscritto e si dividono in due parti: nella prima parte è richiesta la soluzione di esercizi attinenti il programma del corso, nella seconda parte è richiesta l'esposizione di argomenti teorici.

Durante lo svolgimento delle lezioni sono previste delle prove intermedie di verifica.

## Propedeuticità

Controlli Automatici

## Testi consigliati

G. F. Franklin, J. D. Powell, M. L. Workman, "Digital Control of Dynamic Systems", Addison Wesley

C. Bonivento, C. Melchiorri, R. Zanasi, "Sistemi di Controllo Digitale", Progetto Leonardo, Bologna