



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## COMUNICAZIONI NUMERICHE

**LUCA SANGUINETTI**

Anno accademico 2023/24  
CdS INGEGNERIA INFORMATICA  
Codice 075II  
CFU 9

Moduli COMUNICAZIONI NUMERICHE	Settore/i ING-INF/03	Tipo LEZIONI	Ore 90	Docente/i NICOLA ANDRIOLLI LUCA SANGUINETTI
--------------------------------------	-------------------------	-----------------	-----------	---

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Il corso fornisce agli studenti le conoscenze di base relative al trattamento dei segnali deterministici, sia tempo-continui sia tempo-discreti, con particolare riguardo al filtraggio attraverso sistemi lineari e tempo invarianti, nonché alla rappresentazione dei segnali nel dominio del tempo e della frequenza (analisi di Fourier). Il corso fornisce inoltre agli studenti le conoscenze di base della teoria della probabilità e dei processi stocastici. Verranno inoltre introdotte le conoscenze di base dei sistemi di comunicazioni digitali, e della teoria dei codici.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

La verifica delle conoscenze sarà effettuata proponendo agli studenti di risolvere problemi in classe con la supervisione del docente. Inoltre, all'inizio di ogni lezione il docente farà un breve riepilogo dei concetti fondamentali visti nella lezione precedente coinvolgendo gli studenti con delle domande al riguardo.

#### *Capacità*

Al termine del corso, lo studente avrà sviluppato le seguenti capacità?:

- 1) Modellizzazione di sistemi tipici dell'Ingegneria dell'Informazione;
- 2) Analisi e rappresentazione di un segnale deterministico sia nel dominio del tempo che della frequenza;
- 3) Elaborazione di segnali tempo-continui e tempo-discreti mediante specificati sistemi, con particolare riguardo ai sistemi lineari e tempo invarianti;
- 4) Uso di concetti fondamentali nell'Ingegneria dell'Informazione, quali larghezza di banda, filtraggio di segnali, campionamento di segnali tempo continui.
- 5) Teoria della probabilità, e dei processi stocastici.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Le capacità acquisite dallo studente saranno verificate mediante esercizi/domande che il docente con regolarità assegnerà agli studenti per giudicare il loro livello di preparazione e sensibilizzarli a seguire il corso in maniera attiva.

#### *Comportamenti*

Gli studenti potranno acquisire e sviluppare rigore metodologico e scientifico, insieme alla capacità di analizzare criticamente le soluzioni dei problemi mettendo in evidenza i pro e i contro dei procedimenti adottati.

#### *Modalità di verifica dei comportamenti*

La verifica dei comportamenti degli studenti avverrà in aula durante le lezioni frontali, attraverso domande a loro rivolte su temi specifici trattati durante le lezioni precedenti.

#### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

È richiesta una buona conoscenza dei principi di base dell'analisi matematica, con particolare riguardo al calcolo di derivate e di integrali.

#### *Programma (contenuti dell'insegnamento)*

SEGNALI: Definizione e tipologie dei segnali.

ANALISI DI FOURIER: Trasformata Serie e Trasformata continua di Fourier. Teoremi sulla Trasformata di Fourier. Trasformata Continua di



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

Fourier Generalizzata.

**SISTEMI:** Definizione di sistema e caratteristiche. Sistemi lineari. Risposta impulsiva e risposta in frequenza. Filtri lineari.

**SEGNALI CAMPIONATI:** Trasformata di Fourier di una sequenza. Condizione di Nyquist. Teorema del Campionamento.

**SEGNALI ALEATORI:** Teoria della probabilità. Variabili aleatorie. Processi stocastici.

**SISTEMI DI COMUNICAZIONE:** Introduzione ai sistemi di telecomunicazioni. Tipologie di sistemi di telecomunicazioni. Schema di principio di un sistema di telecomunicazioni. Sistemi di telecomunicazioni analogici e numerici.

**MODULAZIONI PER COMUNICAZIONI VIA CAVO:** Definizione e caratteristiche della modulazione Pulse Amplitude Modulation (PAM) in banda base. Sistema di comunicazione numerico in banda base con modulazione PAM. Prestazioni di un sistema di comunicazione in banda base.

**MODULAZIONI PER COMUNICAZIONI WIRELESS:** Definizione e caratteristiche della modulazione Pulse Amplitude Modulation (PAM) in banda passante e della Quadrature Amplitude Modulation (QAM). Sistema di comunicazione numerico in banda passante con modulazione PAM e QAM. Prestazioni di un sistema di comunicazione in banda passante.

### Bibliografia e materiale didattico

Appunti dei docenti. Libri di testo: \*S. Haykin Sistemi di Comunicazione Digitale, Wiley. \*Leon Couch Sistemi di Comunicazione Analogica e Digitale, Pearson.

### Indicazioni per non frequentanti

I temi affrontati nel corso sono ampliamenti trattati nei testi classici di teoria dei segnali e di elaborazione numerica dei segnali, e quindi facilmente reperibili anche non frequentando le lezioni frontali. Per ogni chiarimento sugli argomenti del corso, è sempre possibile contattare il docente via posta elettronica chiedendo un appuntamento.

### Modalità d'esame

L'esame è composto da una prova scritta e una prova orale. Il voto finale è ottenuto tenuto di conto di entrambe le prove.

Durante la prova scritta, che dura due ore, lo studente deve risolvere alcuni esercizi sugli argomenti del corso. La prova viene superata solo se lo studente acquisisce un punteggio di almeno 15/30.

Durante la prova orale verrà verificata la comprensione degli aspetti teorici dell'insegnamento da parte del candidato. Si potrà anche richiedere la risoluzione di problemi/esercizi scritti davanti al docente o in separata sede. La prova sarà superata solo se il candidato mostra di sapersi esprimere in modo chiaro e con la giusta terminologia, rispondendo correttamente almeno alle domande sugli argomenti basilari del corso.

*Ultimo aggiornamento 20/10/2023 21:08*