

---

# Elaborazione di segnali audio e video

## Finalità

Il corso intende esplorare gli aspetti progettuali e applicativi dell'Elaborazione Numerica dei Segnali, che trova i suoi più comuni e immediati riscontri nell'elaborazione dei segnali audio e video.

L'organizzazione dei contenuti e della didattica ha due tratti caratteristici: i contenuti si arricchiscono, anno dopo anno, con argomenti più avanzati e applicativi, grazie anche al fondamentale apporto degli studenti; per la didattica, la metà delle ore viene trascorsa in laboratorio, applicando le tecniche discusse nella teoria a segnali acquisiti su PC, per mezzo del software di calcolo numerico Matlab.

## Programma

### PROGETTO DI FILTRI NUMERICI

Relazione tra equazioni alle differenze, diagrammi a blocchi e grafi di flusso. Strutture di filtri a risposta finita o infinita (FIR e IIR): forme dirette, forme in cascata e in parallelo; forme trasposte; strutture per filtri FIR a fase lineare. Metodi di progetto dei filtri numerici: specifiche, scelta del tipo di risposta, calcolo dei coefficienti e struttura realizzativa.

Sintesi di filtri IIR da filtri analogici: cenni sui filtri analogici di Butterworth e Chebychev; piazzamento di poli e zeri; il metodo dell'invarianza impulsiva; adattamento della trasformata Z; il metodo della trasformazione bilineare.

Sintesi di filtri FIR a fase lineare: il metodo della finestatura; il metodo della finestra di Kaiser; il metodo ottimale (equiripple); il teorema delle alternanze e l'algoritmo di Parks-McClellan; il metodo del campionamento in frequenza.

### STIMA E ANALISI SPETTRALE

Stima spettrale di segnali stazionari: il periodogramma. Risoluzione in frequenza e Leakage. Stima spettrale di segnali non stazionari: la DFT tempo-variante e lo spettrogramma. Applicazione all'analisi del segnale vocale.

### LA TRASFORMATA DISCRETA DEL COSENO (DCT)

Definizione e trasformate inverse: la DCT-1 e la DCT-2. Proprietà di compattamento dell'energia. Applicazione alla compressione di immagini.

### MODELLI PER IL SEGNALE VOCALE

Cenni sulla fonetica acustica e la teoria acustica della fonazione; modelli dell'apparato fonatorio. Analisi e sintesi del segnale vocale. Frequenza di pitch e frequenze formanti. Il modello VOCODER e sue varianti.

### LA CODIFICA LINEARE PREDITTIVA (LPC)

Filtri AR e MA; filtro predittore con ingresso impulsivo o rumoroso. Calcolo della potenza del segnale errore e sua minimizzazione. Equazioni di Yule-Walker. Interpretazione nel dominio della frequenza: filtro predittore come stimatore spettrale. Applicazioni al segnale vocale.

## Modalità d'esame

La modalità d'esame prevede un colloquio orale e la redazione di un breve elaborato (tesina) - progetto applicativo o ricerca su un argomento avanzato, da concordare con il docente - da svolgersi in piccoli gruppi di studenti (da due a quattro).

## Propedeuticità

Elaborazione Numerica dei Segnali A

## Testi consigliati

A. V. Oppenheim, R. W. Schaffer, J. R. Buck, "Discrete-Time Signal Processing, 2nd Ed.", Prentice-Hall, 1999.