



# UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2021/2022

## ELABORAZIONE DI BIOSEGNALI E BIOIMMAGINI

Anno immatricolazione	2019/2020
Anno offerta	2021/2022
Normativa	DM270
SSD	ING-INF/06 (BIOINGEGNERIA ELETTRONICA E INFORMATICA)
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA INDUSTRIALE E DELL'INFORMAZIONE
Corso di studio	BIOINGEGNERIA
Curriculum	PERCORSO COMUNE
Anno di corso	3°
Periodo didattico	Primo Semestre (27/09/2021 - 21/01/2022)
Crediti	12
Ore	110 ore di attività frontale
Lingua insegnamento	Italiano
Tipo esame	SCRITTO
Docente	MAGENES GIOVANNI (titolare) - 10 CFU MATRONE GIULIA - 2 CFU
Prerequisiti	Conoscenze di Fisica, Analisi Matematica, Fondamenti di automatica e di Teoria dei circuiti
Obiettivi formativi	<p>Il corso si propone di fornire allo studente gli strumenti metodologici di base per affrontare problemi di elaborazione di segnali e immagini con particolare riferimento a quelli di tipo diagnostico.</p> <p>Il corso è prevalentemente di tipo metodologico, per cui è necessario che lo studente sappia utilizzare con disinvoltura le nozioni di base dell'analisi matematica e della fisica per poter affrontare gli argomenti trattati.</p> <p>Vi è una parte tecnologica riguardante il condizionamento di segnali mediante amplificatori operazionali e le tecnologie di formazione delle bioimmagini.</p> <p>Nella parte metodologica lo studente dovrà acquisire le nozioni per le</p>

elaborazioni elementari di più generale utilizzo:

le relazioni fra modelli dinamici in tempo continuo (analogico) e calcoli in ambiente numerico a tempo discreto (digitale),

le basi della descrizione frequenziale dei segnali e delle immagini e delle elaborazioni in questo dominio (filtraggio), sia analogiche che numeriche e i metodi di progettazione di filtri numerici lineari;

la ricostruzione delle immagini (2D, tomografiche, 3D), i metodi di elaborazione delle immagini (filtraggio, analisi, segmentazione, riconoscimento, etc.)

Nella parte tecnologica lo studente dovrà acquisire le nozioni per: il condizionamento analogico di segnali elettrici tramite amplificatori e filtri;

la comprensione dei principi fisici ed i metodi di formazioni di immagini di interesse diagnostico mediante radiazioni elettromagnetiche ionizzanti e non, ultrasuoni, radioisotopi, etc..

la conoscenza di base dei componenti fondamentali per la strumentazione dedicata alle bioimmagini.

## Programma e contenuti

1. Introduzione ai biosegnali e alle bioimmagini con esempi

2. Segnali e sistemi analogici:

riepilogo su trasformata di Fourier e trasformata di Laplace; risposta in frequenza e diagrammi di Bode; condizionamento e filtraggio analogico mediante amplificatori operazionali.

3. Segnali e sistemi discreti:

campionamento di segnali, teorema del campionamento, ricostruzione di un segnale campionato, conversione A/D e quantizzazione; segnali a tempo discreto e sequenze, segnali originati da sistemi lineari invarianti; trasformata di Fourier discreta; dalla trasformata di Laplace alla trasformata  $z$  per segnali campionati - proprietà della trasformata  $z$  - trasformata  $z$  inversa;

4. Condizionamento del segnale numerico:

filtri numerici non ricorsivi (FIR); esempio di sintesi di filtri derivativi; risposta in frequenza e progetto di filtri FIR con lo sviluppo in serie di Fourier; filtri ricorsivi (IIR); sintesi per simulazione di filtri analogici; eliminazione delle interferenze di rete, filtro notch; cenni sulla precisione di filtri FIR e IIR; progetto di filtri numerici (laboratorio).

5. Analisi spettrale:

Introduzione ai modelli autoregressivi. Spettri di potenza e spettri di energia; stima dello spettro con metodi numerici.

6. Bioimmagini:

Introduzione storica alle bioimmagini. Classificazione delle bioimmagini. Concetto di immagine e cenni ai processi percettivi. Caratterizzazione dei sistemi di immagine. Campionamento di una immagine

7. Trattamento delle immagini numeriche:

miglioramento dell'immagine, operatori puntuali, locali e globali, esaltazione del contrasto. Immagini binarie e inseguimento di contorni. Operatori di morfologia matematica. Analisi automatica di immagini. Trasformata di Hough e HT generalizzata.

8. Tecnologia diagnostica attuale:

radiazioni ionizzanti e immagini a raggi X, Immagini tomografiche, immagini di medicina nucleare, ecografiche, risonanza magnetica, immagini funzionali. Interpretazione delle immagini a fini diagnostici e terapeutici.

	<p>9. Metodi ricostruttivi, codifica e archiviazione: campionamento su reticoli, ricostruzione, interpolazione, teorema delle proiezioni e trasformata di Radon. codifica e trasmissione delle immagini, i PACS, lo standard DICOM.</p>
<b>Metodi didattici</b>	<p>Lezioni frontali con esercitazioni in aule informatiche per l'utilizzo di software specifico</p>
<b>Testi di riferimento</b>	<p>Willis J. Tompkins "Biomedical Digital Signal Processing", Prentice Hall, 1993.  A.V. Oppenheim &amp; R.W.Schaefer "Elaborazione numerica dei segnali" , Franco Angeli,  Valli G., Coppini G., "Bioimmagini", Patron, 2002  4. Webb A., "Introduction to Biomedical imaging", IEEE Press, 2003  5. Semmlow J.L., "Biosignal and Medical Image Processing", CRC Press, 2009.</p>
<b>Modalità verifica apprendimento</b>	<p>L'esame consisterà in una prova da effettuarsi in un'aula attrezzata (B2, C2-C3 o D8) comprendente esercizi scritti da svolgere sugli argomenti del corso, esercizi al computer con i software utilizzati nel corso e domande di teoria.</p>
<b>Altre informazioni</b>	
<b>Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile</b>	<p><a href="#">\$Ibl legenda sviluppo sostenibile</a></p>