

**Programma.**

1 Segnali a tempo continuo.

1.1 *Classificazione dei segnali biomedici.*

1.2 *Segnali periodici: sviluppo in serie di Fourier; criterio di Dirichlet; spettri di ampiezza e di fase.*

1.3 *Segnali aperiodici: trasformata di Fourier (proprietà e teoremi); trasformate di Fourier generalizzate; relazione tra trasformate di Laplace e di Fourier.*

2 Sistemi a tempo continuo.

2.1 *Caratterizzazione ed analisi dei sistemi lineari stazionari.*

2.2 *Filtri: generalità sui filtri; filtri ideali; criterio di Paley – Wiener; banda e durata di un segnale e di un sistema; le distorsioni.*

2.3 *Densità spettrale di energia e potenza: teorema di Parseval; densità spettrale di potenza; funzione di autocorrelazione.*

2.4 *Sistemi non lineari: caratterizzazione dei sistemi; nonlinearità essenziali e parassite.*

3 Segnali a tempo discreto.

3.1 *Campionamento e segnali notevoli.*

3.2 *Trasformata di Fourier di una sequenza.*

3.3 *Il teorema del campionamento e la condizione di Nyquist.*

3.4 *Analisi di Fourier delle sequenze periodiche.*

3.5 *Algoritmi veloci per la trasformata discreta di Fourier.*

4 Sistemi a tempo discreto.

4.1 *Proprietà dei sistemi lineari e stazionari a tempo discreto.*

4.2 *Filtri digitali: la trasformata  $z$ ; sistemi a tempo discreto regolato da equazioni alle differenze; la funzione di trasferimento nel dominio  $z$ ; filtri FIR ed IIR; criteri di progettazione dei filtri digitali; esempio di progettazione di un filtro digitale passabasso.*

5 Dai segnali al modello: la stima dei parametri.

5.1 *Modelli deterministici, modelli probabilistici, informazione a priori e teorema di Bayes.*

5.2 *Le stime: proprietà statistiche; proprietà matematiche.*

5.3 *Metodi di stima: minimi quadrati; massima verosimiglianza; stima bayesiana; deviazione “minimax”; metodo del minimo chi quadrato.*

5.4 *Calcolo delle stime: problemi non vincolati; metodo di Newton; metodo di Marquardt; metodo di Gauss; implementazione del metodo di Gauss; metodi “derivative free”; esempio di un modello risolto con il metodo dei minimi quadrati.*

5.5 *Interpretazione delle stime: la superficie di risposta; forma canonica; matrice di covarianza delle stime; modello strutturale; componenti principali; intervalli e regioni di confidenza; esempio di un modello risolto con il metodo dei minimi quadrati.*

## 6 Elementi di analisi delle bioimmagini.

6.1 *Classificazione delle bioimmagini.*

6.2 *La trasformata z bidimensionale.*

6.3 *Miglioramento delle bioimmagini:* equalizzazione dell'istogramma; sottrazione di immagini; media tra immagini; filtraggio spaziale; filtro inverso; deconvoluzione; equalizzazione in potenza.

6.4 *Tecniche di segmentazione delle bioimmagini:* rivelazione di discontinuità; chiusura di bordi e rivelazione di contorni.

## 7 Studio della funzione ventricolare a partire da segnali emodinamici.

7.1 *Il modello ad elastanza tempo-variante.*

7.2 *Pre-analisi dei segnali di pressione e volume ventricolare.*

7.3 *Le curve pressione-volume:* estrazione dei parametri di funzione ventricolare.