



# Principi di bioingegneria

## Esercitazioni 23/24

Gabriele Maria Fortunato

[gabriele.fortunato@unipi.it](mailto:gabriele.fortunato@unipi.it)

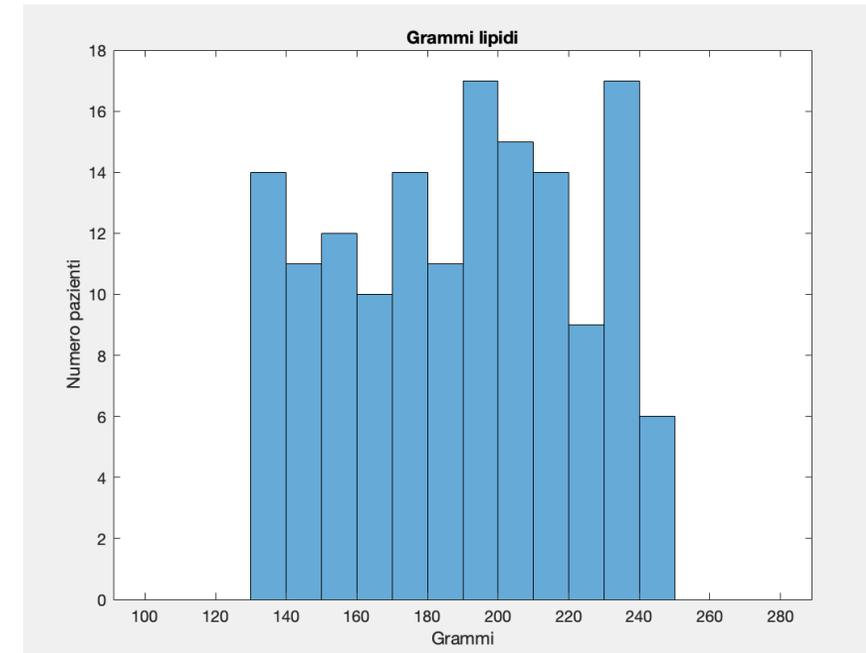
Vincenzo Catrambone

[vincenzo.catrambone@unipi.it](mailto:vincenzo.catrambone@unipi.it)



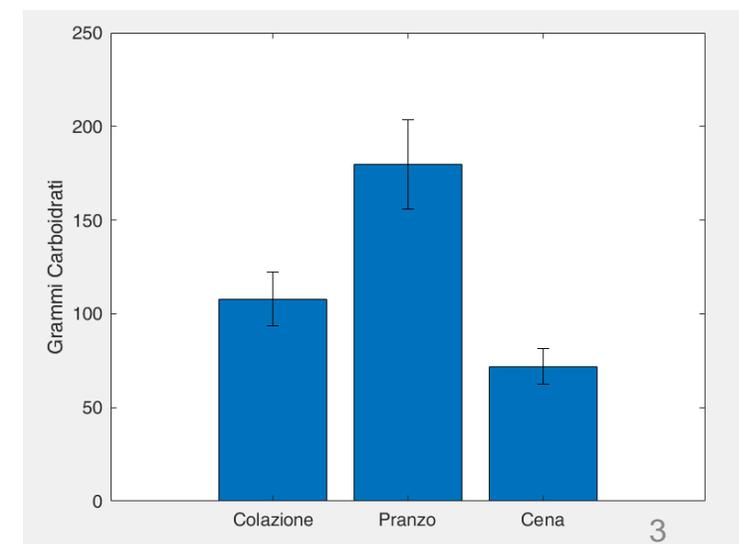
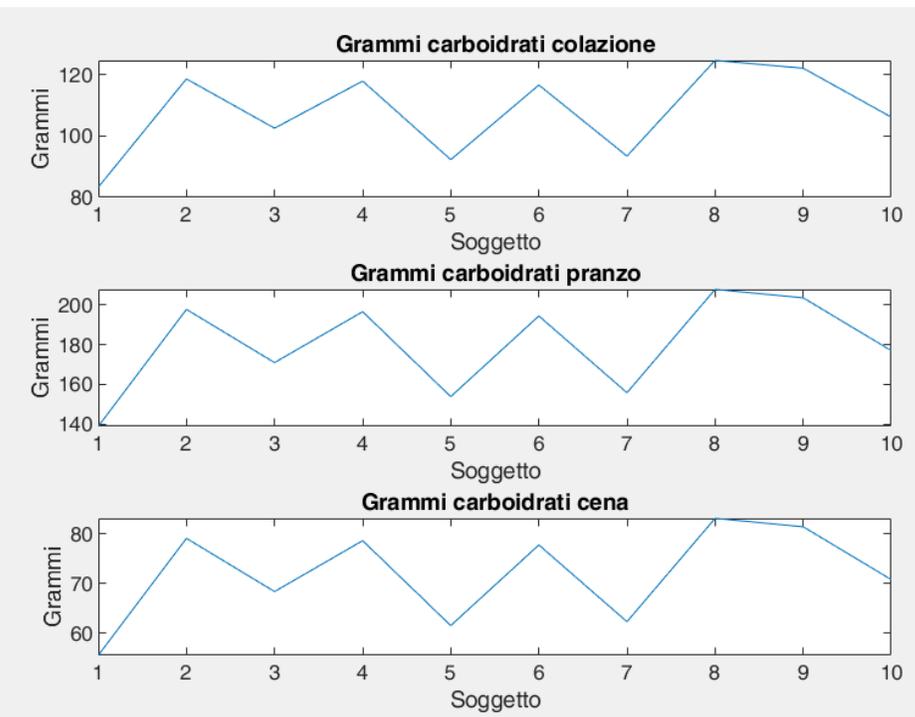
# Esercitazione 1

- Scrivere una funzione che prenda in ingresso 5 parametri: peso minimo paziente, peso massimo paziente, numero pazienti, valore min grammi lipidi (minL), valore max grammi lipidi (maxL)
- Per ciascuno dei pazienti (peso calcolato come valore randomico tra i due estremi - *randi*) calcoli il valore in grammi dei lipidi
- Riporti su un istogramma la distribuzione dei valori ottenuti suddividendo gli intervalli tra minL e maxL con incremento 10
- Se minL e maxL sono maggiori o minori dei valori min e max calcolati, mostrare un messaggio a video che avvisi l'utente che alcuni dati non sono riportati sul grafico
- Dati:
  - Densità lipidi=4e18 lipidi/m<sup>2</sup>
  - Densità cellule=5.314e14 cell/m<sup>3</sup>
  - PM\_lipidi=500 g
  - Diametro cellula = 20 μm
  - Densità tessuti biologici=1000 kg/m<sup>3</sup>



# Esercitazione 2

- Scrivere una funzione che prenda in ingresso numero min (2000) e max (3000) kcal/giorno e numero di soggetti (10)
- Calcolare grammi glucosio/giorno necessari
- $C_6H_{12}O_6$ , PM=180.
- 55% energia giornaliera da carboidrati
- Reazione glucosio ossidasi 3000 kJ/mol
- Colazione 30%, pranzo 50%, cena 20%



# Esercitazione 3

- Sono forniti i dati di Forza (N) e spostamento (mm) di 3 tipologie di campioni a sezione rettangolare a base di cheratina e gelatina (3x)
- Lunghezza, larghezza e spessore iniziale sono noti
- Per ciascuna tipologia di campione tracciare i diagrammi sforzo(kPa) deformazione (%) dopo aver 'ripulito' i dati grezzi
- Determinare visivamente il tratto lineare e calcolare il modulo elastico
- Confronto regressione lineare (stima  $R^2$  ed errore massimo) vs coefficiente angolare estremi
- Determinare sforzo a snervamento, sforzo massimo, deformazione a massimo sforzo, sforzo a rottura, massima elongazione
- Calcolare resilienza e tenacità a rottura (*trapz* vs formula)
- Riportare i dati su un grafico a barre come  $media \pm deviazione\ standard$

# Esercitazione 4

- Sono forniti i dati di Forza (N) e spostamento (mm) di una spugna cilindrica a base di gelatina e pectina (4x) sottoposta a test di compressione ciclica (3 cicli)
- Diametro ed altezza iniziale sono noti
- Tracciare il diagramma sforzo-deformazione per ciascun campione
- Individuare il tratto elastico per ciascun ciclo (fase di salita) e determinare il modulo elastico medio tra i 3 cicli (calcolo  $R^2$  ed errore massimo)
- Calcolare il modulo elastico medio e deviazione standard tra i 4 campioni

# Esercitazione 5

- Utilizzare il System Identification Toolbox per determinare le FdT (2 poli – 1 zero) a partire dai dati sperimentali delle 4 tipologie di campioni
- Scrivere uno script che:
  - Per ciascun campione (3 campioni x 4 tipi) tracci un grafico con modulo e fase dei dati sperimentali e del fitting
  - Per ciascuna tipologia calcoli il valor medio di modulo e fase punto per punto e ne tracci il grafico.
  - Riporti su un grafico il valor medio dei moduli medi per ciascuna tipologia di campione.
  - Per ciascun campione calcoli l'errore quadratico medio tra i moduli di fitting e dati sperimentali
  - Riporti su un grafico l'immagine dei modelli circuitali analizzati.
  - Per ciascuna tipologia calcoli il valore medio e la deviazione standard dei parametri circuitali R1, C1, R2, C2 per i due diversi circuiti utilizzati
  - Riporti su un grafico l'andamento dei parametri circuitali al variare della tipologia di campione confrontando i valori per i due modelli circuitali

# Esercitazione 6

Si crei una funzione Matlab che data una stringa 's' di DNA in ingresso, costituita da una serie di basi peptidiche di lunghezza massima pari a 1000 basi, dia in uscita la conta di ciascuna delle 4 basi possibili, in ordine 'A', 'C', 'G', and 'T'. La funzione deve essere in grado di trovare degli eventuali errori: se la stringa non fosse DNA, ma RNA, o altro, o se fosse troppo lunga (> 1000 basi). Si fornisca anche una rappresentazione grafica, a piacere (es. Istogramma, grafico a torta, ecc) del risultato. Testare la funzione sulle 5 stringhe salvate nella variabile 'Sample\_Strings' presente nella cartella Teams, nella stessa variabile ci sono anche i risultati per ogni stringa, e gli eventuali errori.

Sample dataset:

```
>> s =
```

```
'AGCTTTTCATTCTGACTGCAACGGGCAATATGTCTCTGTGTGGATTAAAAAAGAGTGTCTGATAGCAGC';
```

Sample output

```
>> 20 12 17 21
```

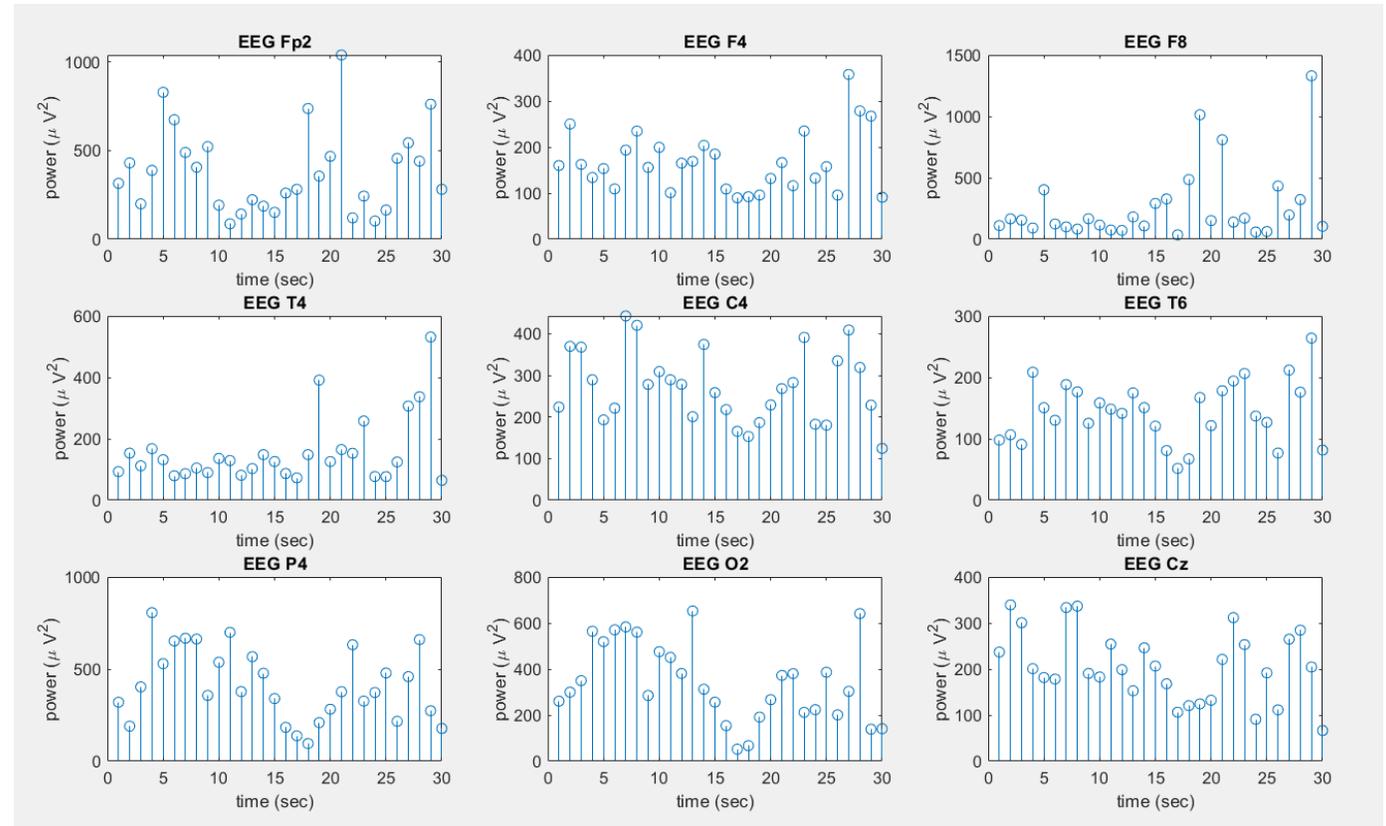
# Esercitazione 7

Caricare in Matlab il file 'SampleEEG.mat' presente nel MS Team condiviso, contiene una variabile omonima di dimensione 9x15000, questa rappresenta un segnale EEG di esempio, misurato in  $\mu\text{V}$ , su 9 canali in 30 secondi. E' presente anche una variabile con il nome dei canali 'Chans\_Name' e una con la frequenza di campionamento 'sampling\_rate'.

Plottare in una figura con 9 subplot l'andamento della stima della potenza di ciascun canale, calcolata su finestre di un secondo non sovrapposte. Approssimare la potenza alla somma quadratica dei valori del segnale in ogni finestra, normalizzata per la lunghezza della finestra stessa.

Tarare opportunamente gli assi, le labels, intitolare ogni subplot con il nome del canale corrispondente. Fornire su schermo il nome del canale che raggiunge il picco massimo di potenza e il tempo, in secondi, in cui questo viene raggiunto.

Esempio di figura (scegliere liberamente tutte le opzioni grafiche):



# Esercitazione 8

Nel file '*SampleHEP.mat*' condiviso nella cartella Teams sono presenti:

- una variabile *C4* proveniente dal canale C4 di un EEG;
- una variabile *ECG* proveniente dalla derivazione monopolare LA;
- una variabile *t* che rappresenta il tempo (in secondi);
- una variabile *R\_peaks* riportante gli indici degli istanti temporali in cui si sono verificati i picchi R nell'ECG.

Si richiede di:

- graficare l'ECG e sovrapporvi dei marker in prossimità dei picchi R per verificare la corretta temporizzazione;
- ricavare la serie HRV e graficarla;
- calcolare la frequenza cardiaca media;
- Ricavare il potenziale evocato dal battito cardiaco (heartbeat evoked potential, HEP).

Per l'HEP, si consideri per ogni picco R una finestra dell'EEG di 1 secondo che inizi in corrispondenza del picco stesso, e si faccia la media tra tutte le finestre registrabili.

# Esercitazione 9

Considerare una sequenza  $x[n]$  data dalla somma di due cosinusoidi a frequenze  $f_1 = 2Hz$  e  $f_2 = 2.1Hz$ , con ampiezze arbitrarie  $A_1$  e  $A_2$ , e campionate con una frequenza di campionamento  $f_c = 10Hz$

Valutare gli effetti dello zero padding nei seguenti casi:

- Fissare il valore di  $N = 300$  di elementi e applicarlo alla trasformata della sequenza per tempi di osservazione di  $T = [3, 5, 10, 15, 20, 30]sec$ , qualora il numero di elementi superasse quelli presenti nel tempo di osservazione eseguire zero padding di dimensioni opportune. Plottare tutto in una unica figura con 6 subplot, fare attenzione alla taratura degli assi e alle ampiezze delle trasformate ottenute
- Fissare il tempo di osservazione  $T = 15sec$  e calcolare la trasformata usando un numero di campioni  $N = [30, 50, 100, 150, 200, 300]$ , se  $N$  fosse minore del numero di campioni presenti in 15sec effettuare troncamento, altrimenti zero padding. Plottare tutto in una unica figura con 6 subplot, fare attenzione alla taratura degli assi e alle ampiezze delle trasformate ottenute

# Esercitazione 10

Progettare i seguenti filtri (scegliere arbitrariamente gli altri parametri dei filtri e le funzioni più adatte):

- Filtro FIR passabanda con frequenze di taglio [1, 8] Hz
- Filtro FIR passabanda per selezionare la banda alpha di un segnale EEG
- Filtro IIR passabanda con frequenze di taglio [1, 8] Hz
- Filtro IIR passabanda per selezionare la banda alpha di un segnale EEG

Caricare il file SampleEEG, presente nella cartella Teams, già usato in precedenza.

Scegliere un canale EEG e applicare i due filtri FIR sia come convoluzione nel tempo che come prodotto delle trasformate in frequenza, applicare anche i filtri IIR nel modo opportuno e plottare il segnale originale e quello filtrato con le diverse tecniche (scegliere autonomamente il numero di subplots e/o hold on) nel dominio del tempo. Ripetere lo stesso tipo di plot nel dominio della frequenza, porre attenzione all'opportuna taratura degli assi.

Applicare separatamente i filtri FIR e IIR in banda alpha a tutti i canali EEG e salvare la lista dei nomi dei canali ordinata in ordine decrescente di potenza dei segnale ottenuti, valutare se vi siano differenze tra i due filtri applicati.

# Esercitazione 11

Scaricare il file MRI\_es.mat, all'interno sono presenti le variabili 'MRI\_z90' (197x233) e 'MRI\_x100' (189x233) (attenzione al formato *uint8*).

Graficare l'immagine e il suo istogramma associato ai livelli di grigio. Filtrare l'immagine attraverso la convoluzione 2D usando i seguenti filtri e graficarne i risultati.

- 1) Filtro medio di dimensione 3
- 2) Filtro mediano di dimensione 5
- 3) Filtro gaussiano di dimensione 3x3
- 4) Filtro gradiente (lungo x e lungo y)

Calcolare la trasformata TDF 2D e graficarne ampiezza e fase dell'immagine originale e di quella filtrata nel caso 2) e 4).

Trovare empiricamente una soglia adeguata a massimizzare il contrasto e la visualizzazione dell'immagine e graficarne il risultato.

Calcolare gli indici di SNR e CNR (scegliere autonomamente le ROI su cui calcolarle, ma che non siano casuali) nell'immagine originale e in quella post-sogliatura.

# Esercitazione 12

Data una funzione  $f(x) = 7 + \cos(12\pi x)$

1. Implementare l'integrazione in una funzione MATLAB con i seguenti metodi:

- Metodo dei rettangoli con altezza al punto medio
- Metodo dei rettangoli con altezza al punto sinistro
- Metodo dei rettangoli con altezza al punto destro
- Metodo dei trapezi

E confrontare i risultati.

2. Implementare la derivazione in una funzione MATLAB con i seguenti metodi:

- Differenze in avanti
- Differenze in indietro
- Differenze centrali

E confrontare i risultati.

3. Scegliere uno dei metodi di derivazione per implementare i metodi di predizione di Eulero e Runge-Kutta

Considerare  $x \in [0, 10]$  con  $\delta_x = 0.01$

# Esercitazione 13

Creare una simulazione su Simulink che abbia:

- come Sources in ingresso un segnale 'chirp' più due sinusoidi a frequenze diverse
- come uscita il medesimo segnale filtrato in modo che solo una delle due sinusoidi e una parte del chirp siano trasmessi in uscita.

Implementare il filtraggio sia usando un filtro FIR che usando un filtro IIR, e confrontare graficamente i risultati sia nel tempo che in frequenza.

A “chirp” is a signal in which the frequency increases (up-chirp) or decreases (down-chirp) with time.

