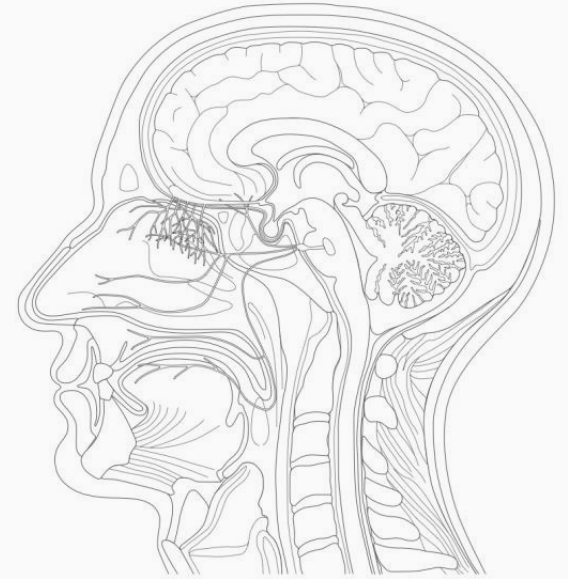


Rappresentazioni di segnali biomedici



Tutor: Dr. Giovanna Nordio e Giulia Vallini

Prof. Mattia Veronese

Email: mattia.veronese@unipd.it

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

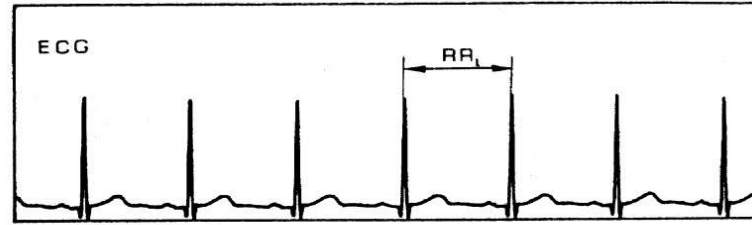
Ricevimento: su appuntamento (e-mail)
Edificio DEI/A, piano 2o, stanza 214

Segnali bioelettrici

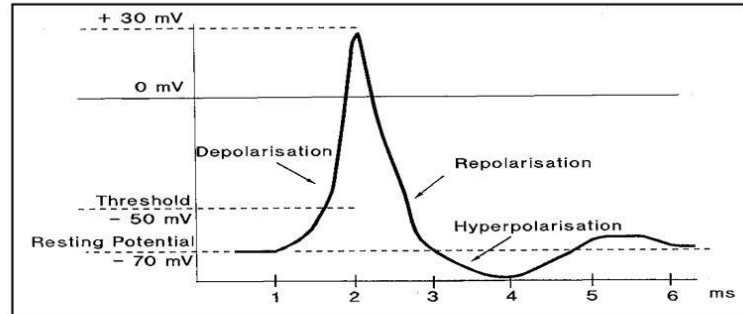
I segnali bioelettrici rappresentano l'attività elettrica di un sistema biomedico.

La rappresentazione grafica e l'analisi di un segnale bioelettrico permettono di individuare eventuali anomalie che possono essere indice di un malfunzionamento del sistema biomedico corrispondente.

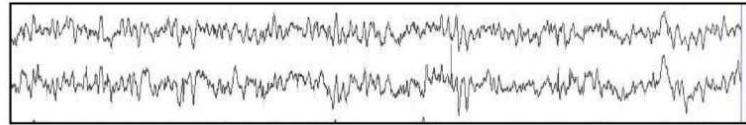
È quindi fondamentale capire come rappresentare e analizzare i segnali biomedici.



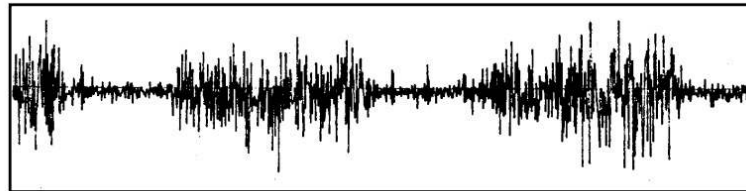
ECG



Potenziale d'azione



EEG



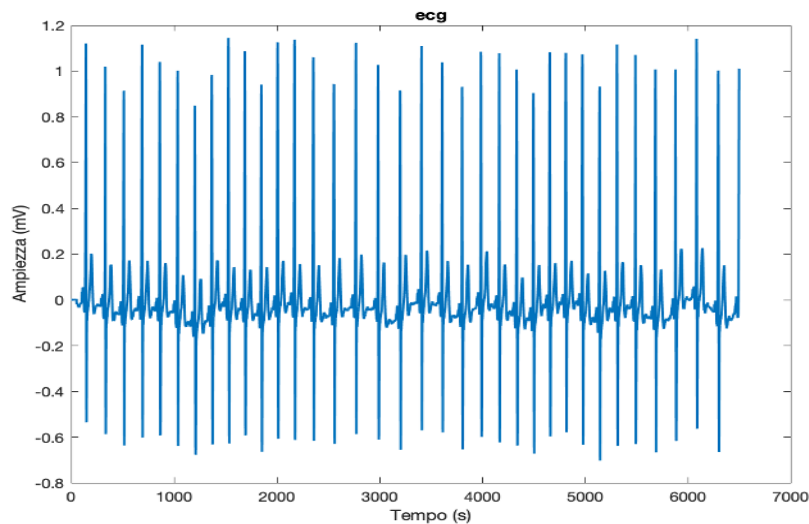
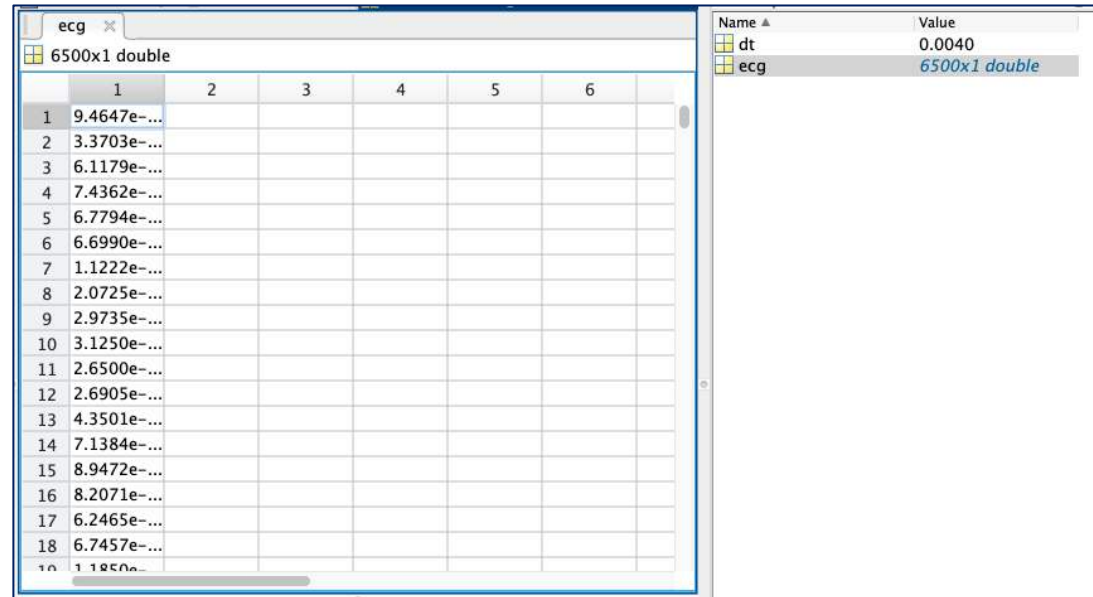
EMG

Segnali bioelettrici

Un segnale biomedico campionato è un classico esempio di array (vettore).

Caso ECG

ECG misurato è un vettore
lungo 6500 campioni

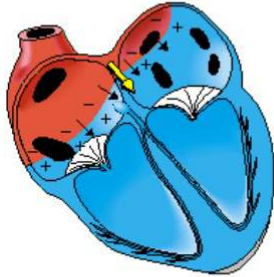


Obiettivo del laboratorio

L'obiettivo di questo laboratorio è di utilizzare Matlab per rappresentare i segnali bioelettrici e capire come si estrapolano informazioni di interesse. In particolare, lavoreremo con i segnali bioelettrici ECG e EMG.

Il segnale ECG

ATRIAL
DEPOLARIZATION
80 ms



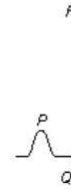
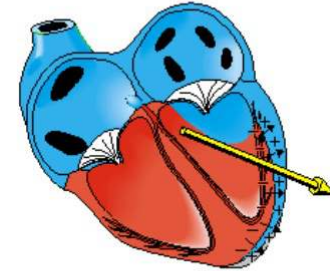
SEPTAL
DEPOLARIZATION
220 ms



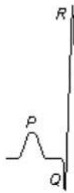
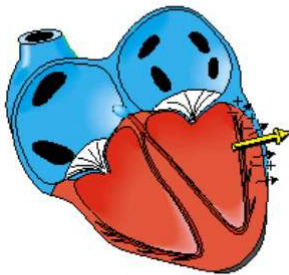
APICAL
DEPOLARIZATION
230 ms



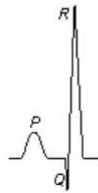
LEFT VENTRICULAR
DEPOLARIZATION
240 ms



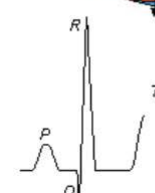
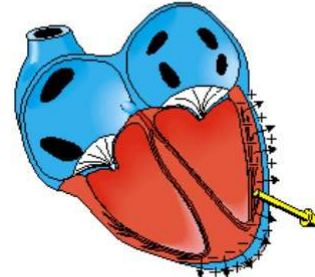
LATE LEFT VENTRICULAR
DEPOLARIZATION
250 ms



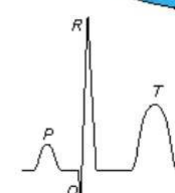
VENTRICLES
DEPOLARIZED
350 ms



VENTRICULAR
REPOLARIZATION
450 ms



VENTRICLES
REPOLARIZED
600 ms



Esercizio 1

Il file DATA_Lab05_ECG.mat contiene il segnale ECG come vettore di 6500 campioni.

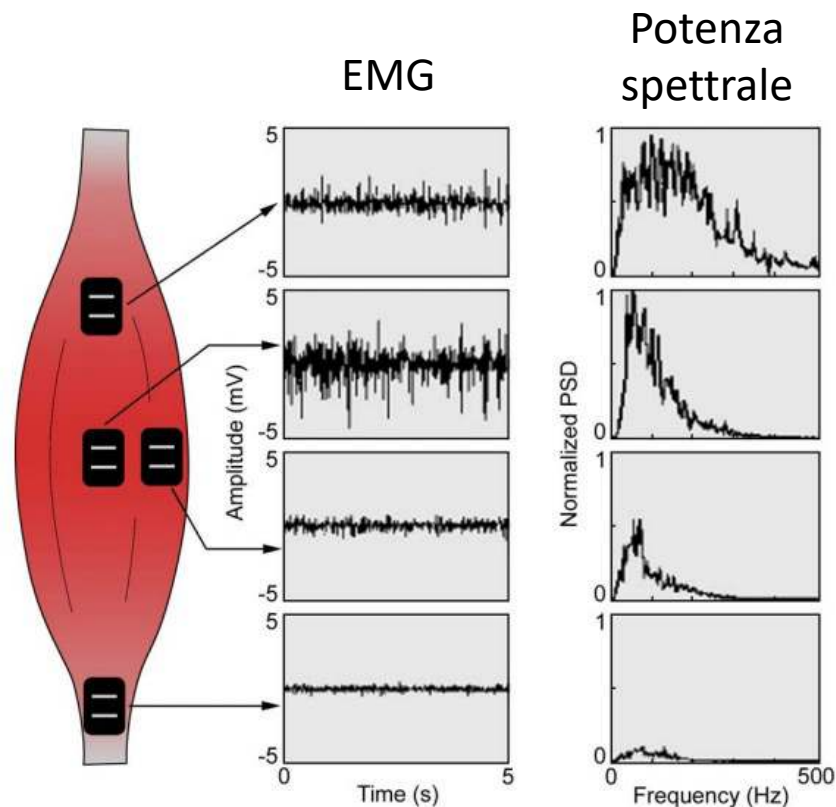
1. Caricare in Matlab il file DATA_Lab05_ECG.mat
2. Plottare il segnale ECG
3. Plottare in un'altra figura lo stesso segnale inserendo l'asse temporale. Considerare che la distanza temporale tra due campioni consecutivi (ovvero il periodo di campionamento del segnale reale) è di 0.004 s.
4. Calcolare il valore massimo del segnale ECG e l'indice dell'array a cui corrisponde (suggerimento: usare comando **max**)
5. Estrapolare e plottare un solo complesso PQRS (campione 220-420) dall'intero segnale ECG.
6. Salvare la figura come *complesso_PQRS.fig*

Il segnale EMG

È la registrazione dei potenziali elettrici che si formano in un muscolo durante la sua contrazione volontaria. Questi potenziali sono causati dalla depolarizzazione elettrica delle fibre muscolari in risposta all'arrivo di un impulso elettrico alla *sinapsi neuromuscolare* (*punto di contatto fra la terminazione di un nervo periferico e la membrana di una fibra musco*)

- Ampiezza: 1-10 mV
- Frequenza: 0-500 Hz

La contrazione ed espansione del muscolo scheletrico genera potenziali d'azione, che sono di importanza medica diagnostica.



Esercizio 2

Il file DATA_Lab05_EMGforce.xlsx contiene il segnale elettrico EMG misurato da un trasduttore posizionato sull'avanbraccio destro di un soggetto sano. È stato chiesto al volontario di contrarre il trasduttore e rilassare il muscolo per cinque volte con forza crescente (dal 20% al 100% della contrazione volontaria massima).

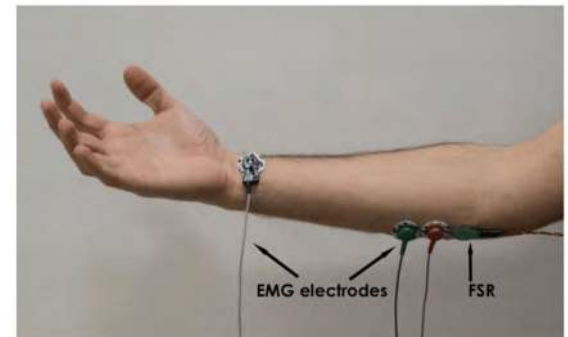
Contenuto del file :

- Colonna 1: tempo in secondi, con frequenza di campionamento di 2000 Hz
- Colonna 2: forza in unità arbitraria
- Colonna 3: segnale EMG in mV

1) Caricare il file DATA_Lab05_EMGforce.xlsx, normalizza il segnale di forza in modo che il minimo sia zero e il massimo (corrispondente alla contrazione volontaria massima) sia 100. Fare il plot della forza e amplitudine del segnale EMG, e salvare la figura.

2) Estrapolare una porzione del segnale EMG che corrisponde ad una contrazione muscolare volontaria (ad esempio nell'intervallo temporale 17-21.48 secondi), e la corrispettiva forza. Plottare i due segnali in due riquadri separati (suggerimento: usare subplot)

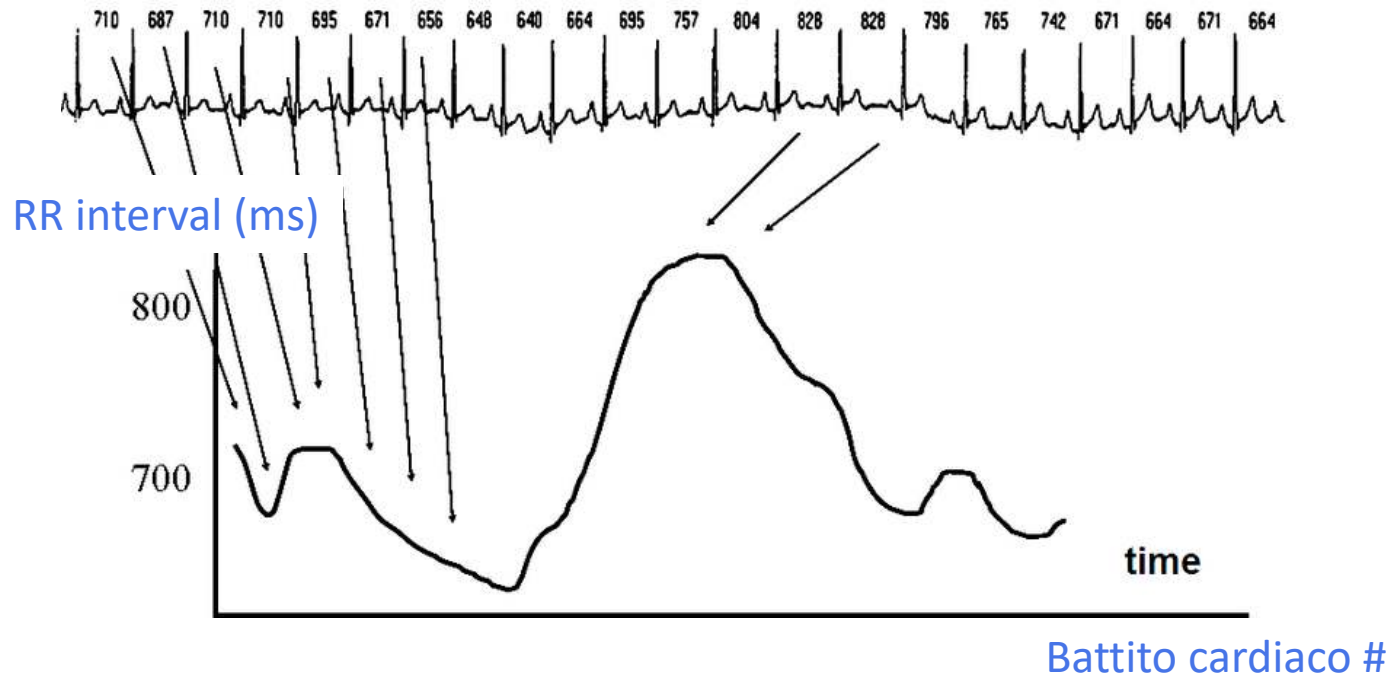
3) Data una soglia di forza di 60 [%MVC], trova dove il segnale è maggiore della soglia (suggerimento: usare il comando find). Plottare il segnale originale di forza indicando la soglia con una linea orizzontale, e il segnale di forza sogliaiato, in riquadri diversi.



Elettrodi EMG

Periodo e frequenza di un segnale ECG

Il tacogramma fornisce una misura della variazione nel tempo del ciclo cardiaco. Il diagramma del tacogramma ha sull'asse delle x il numero dei battiti cardiaci, e sull'asse delle y il valore dell'intervallo R-R



RIPASSO - La principale unità di misura per la frequenza di ECG è *battiti per minuto* (bpm). bpm è definita come frequenza media relativa (n_{battiti}) ad un intervallo di tempo (t , min)

$$\text{Bpm} = 1/T * 60$$

Esercizio 3

I file DATA_Lab05_Subject1.txt e DATA_Lab05_Subject2.txt contengono gli intervalli RR di due soggetti sani misurati con il sistema di monitoraggio Holter per 24h.

	Subject 1	Subject 2
Age (years)	0.17	55
Gender	M	M

- 1) Caricare i file in Matlab
- 2) Plottare il segnale RR in funzione del tempo
- 3) Calcolare la frequenza cardiaca e i battiti per minuto (bpm)
- 4) Calcolare il battito cardiaco medio (verificare se ci sono outliers da escludere)

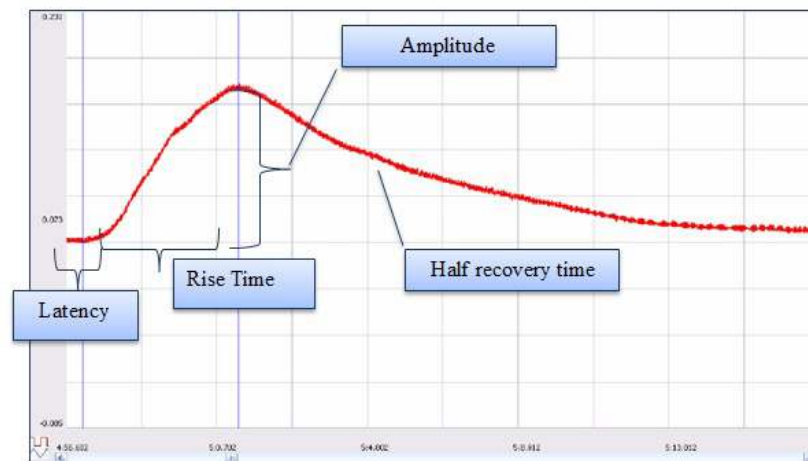
Conduttanza cutanea / Risposta galvanica della pelle (GSR)

Il **GSR** è la misura delle variazioni continue nelle caratteristiche elettriche della pelle, come ad esempio la conduttanza, a seguito della variazione della sudorazione del corpo umano.



Evidenziate relazioni tra segnale GSR e alcuni stati mentali (stress, stanchezza, coinvolgimento).

Per misurare il segnale GSR si usano due elettrodi applicati al dito indice e medio di una mano. La variazione di una corrente a basso voltaggio applicate tra i due elettrodi è utilizzata come misura dell'attività elettrodermica (EDA).



Esercizio 4

Il file DATA_Lab05_TestFisiologico.xlsx contiene i seguenti segnali registrati in un soggetto:

- Colonna 1: Tempo di campionamento (Time)
- Colonna 2: Attività mioelettrica (EMG)
- Colonna 3: Conduttanza cutanea (GSR)
- Colonna 4: Temperatura periferica (THE)
- Colonna 5: Frequenza cardiaca (HR)

- 1) Plottare in un'unica figura, in finestre diverse, i segnali EMG, GSR, THE, HR in funzione del tempo
- 2) Creare una struttura (usare il comando *struct*) di dimensioni 4x1 denominata **segnali**, dove ogni elemento contiene informazioni di uno solo dei segnali visti. In particolare ogni elemento della struttura deve avere i seguenti campi:
 - nome_segnaile che deve valere EMG, GSR, HR o THE
 - dati che deve contenere il vettore dei dati
 - tempo che deve contenere il vettore tempo
 - stat che è un cell array di dimensioni 2x1 che deve contenere un vettore con i valori minimo e Massimo del segnale uno scalare che rappresenta la deviazione standard.

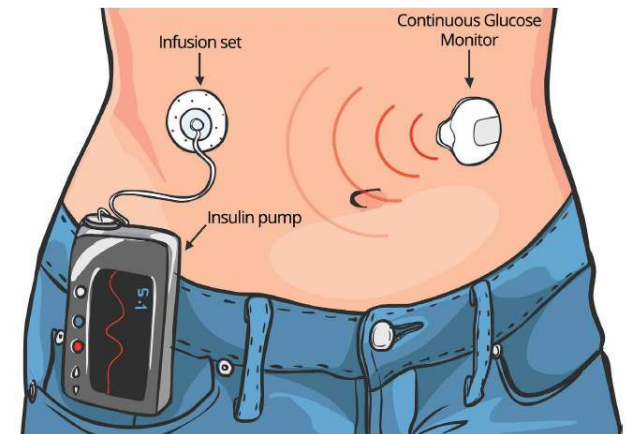
Esercizio per casa

Il file DATA_Lab05_Es5.mat contiene il segnale glicemico (CGM: continuous glucose monitoring) misurato su un paziente con diabete di tipo I, insieme ai dati demografici e le informazioni delle iniezioni di insulina dalla pompa insulinica.

Le informazioni contenute nel file .mat sono descritte in dettaglio nel file Data_Lab05_Es5.xlsx. Il tempo di campionamento del segnale glicemico è di 5 minuti.

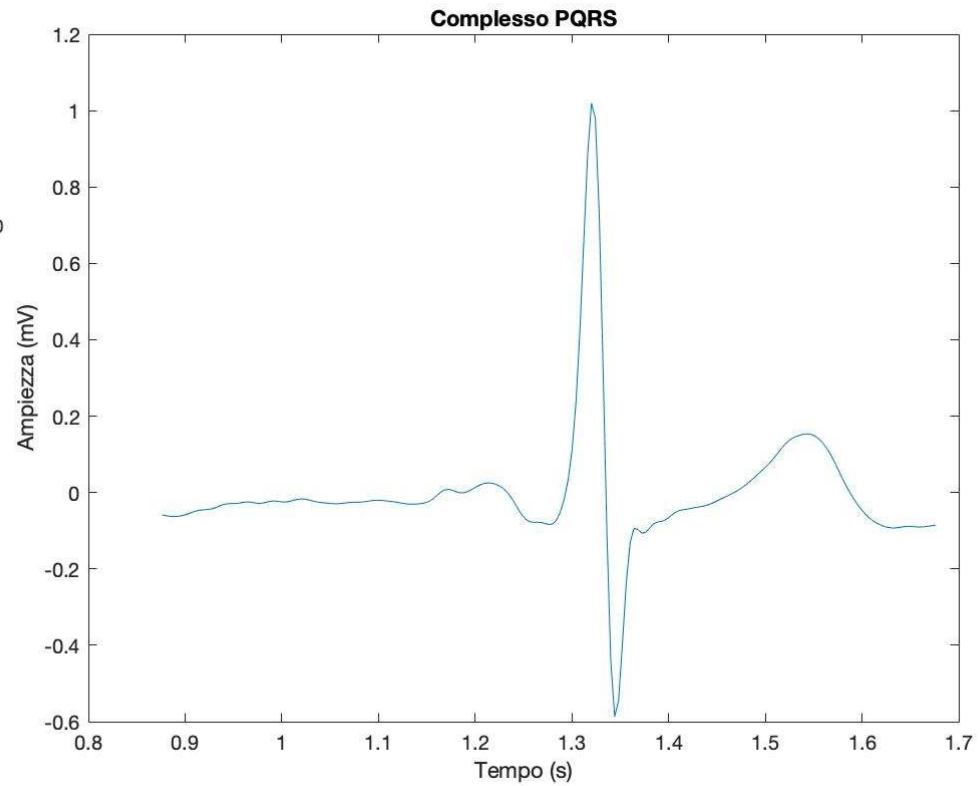
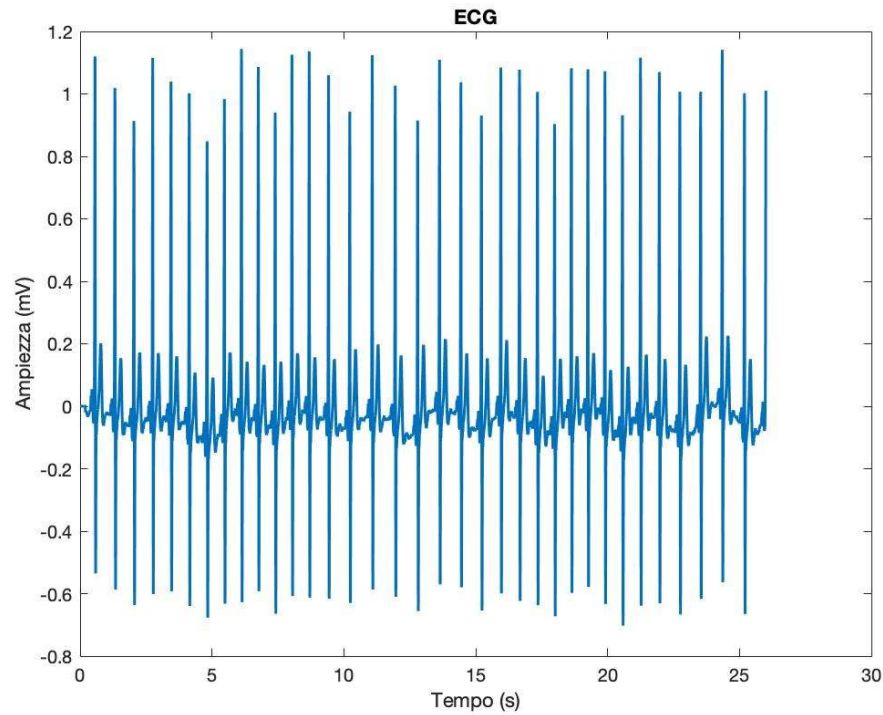
CONSEGNA ESERCIZIO:

- 1) Caricare il file DATA_Lab05_Es5.mat
- 2) Considerando come valori normali di glucosio quelli compresi tra 70-250 mg/dl, plottare il segnale CGM in funzione del tempo e indicare la soglia di valori normali con due line rosse. (Suggerimento: usare il comando **linspace** per creare il vettore tempo)
- 3) Identificare gli eventi di ipoglicemia ed iperglicemia e calcolare la loro durata nel corso di tutto il tracciato (suggerimento: usare il comando **find**) .



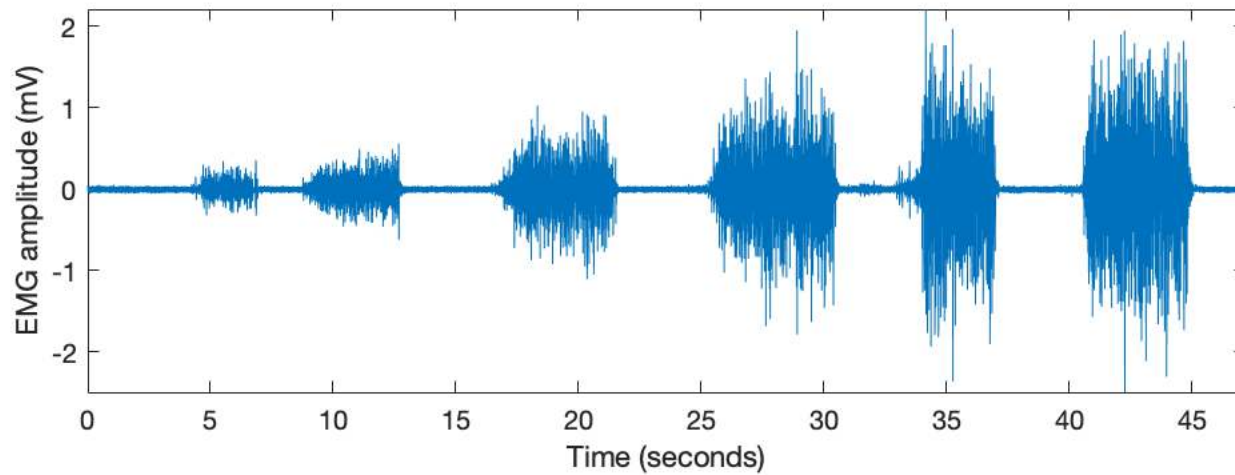
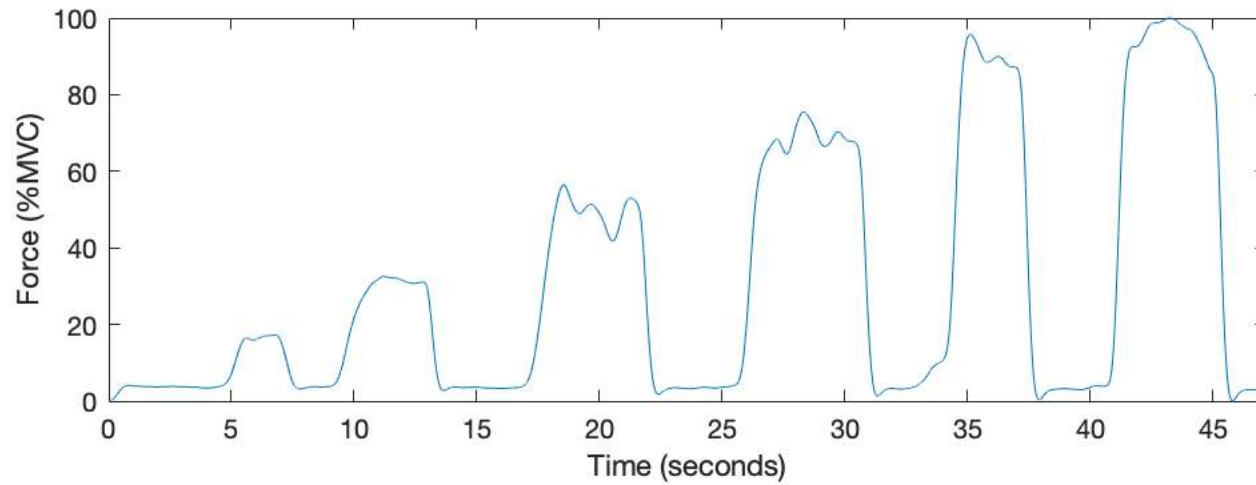
SOLUZIONI

Soluzioni - Esercizio 1



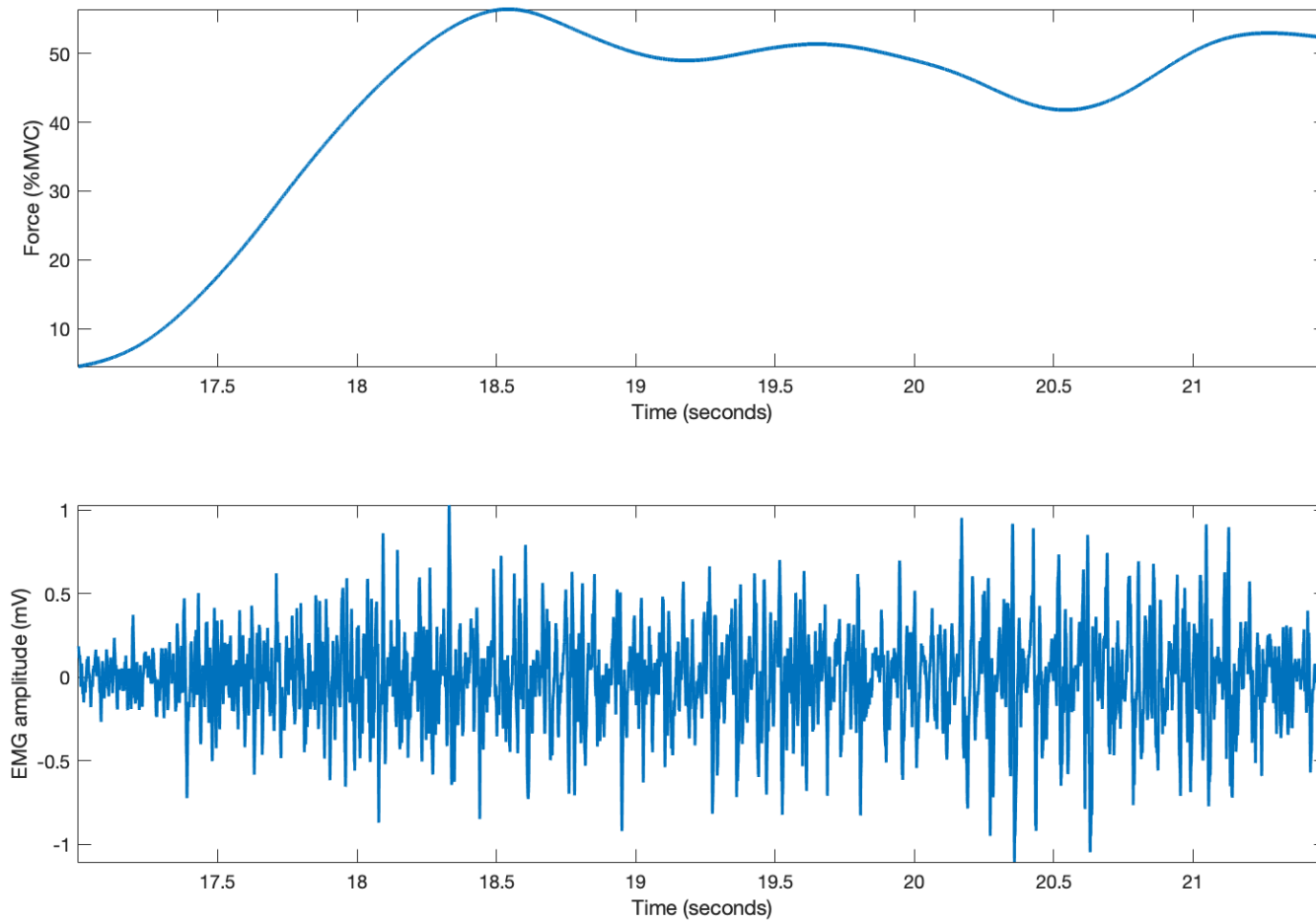
Soluzioni - Esercizio 2

1)



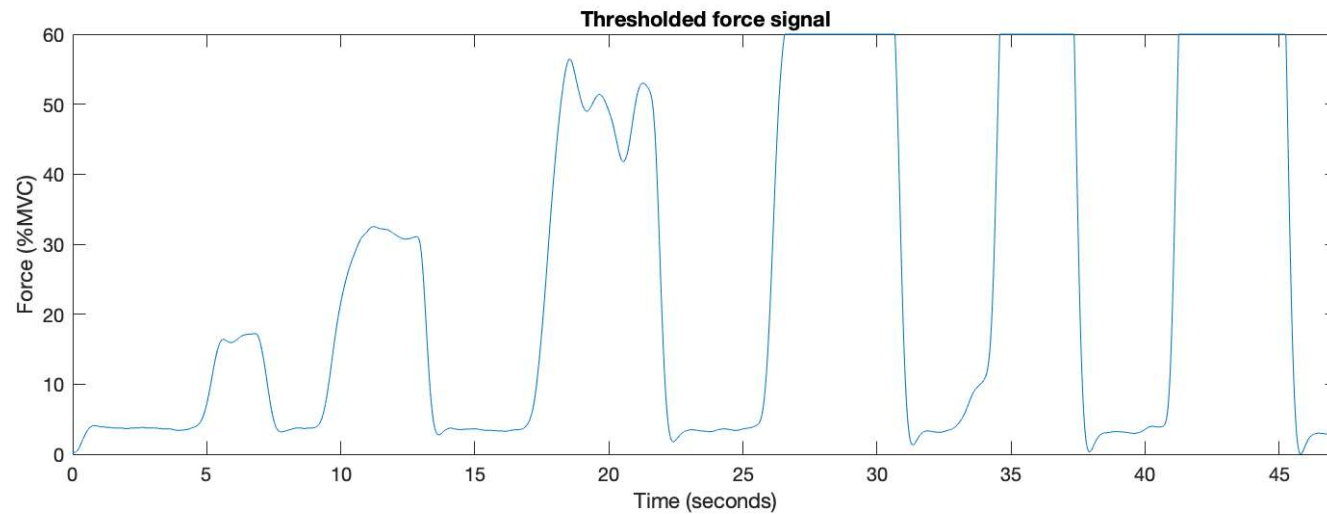
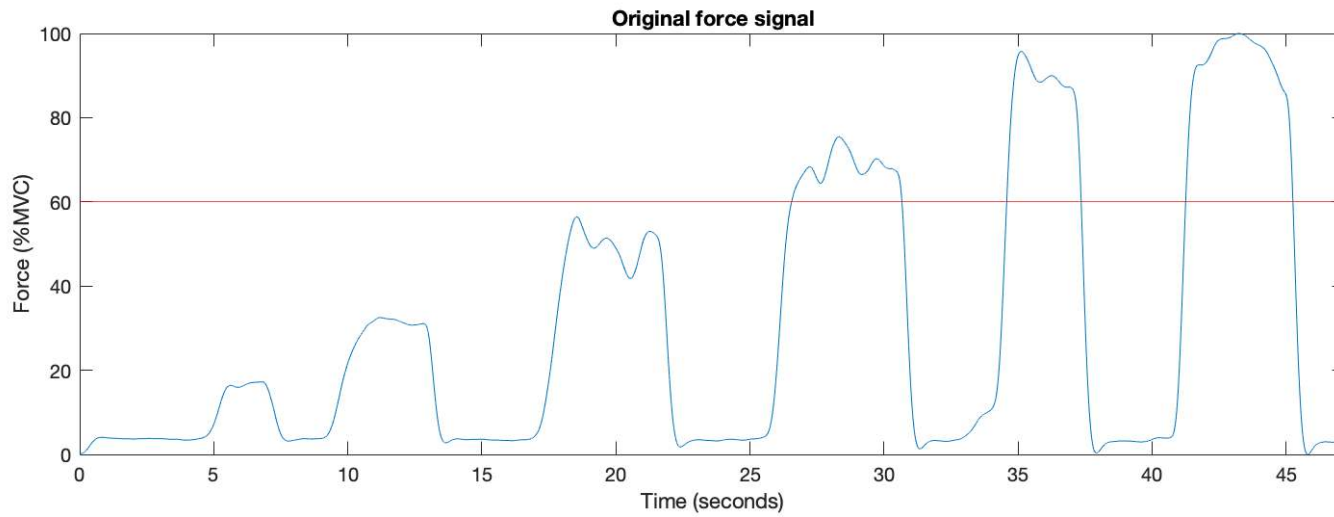
Soluzioni - Esercizio 2

2)

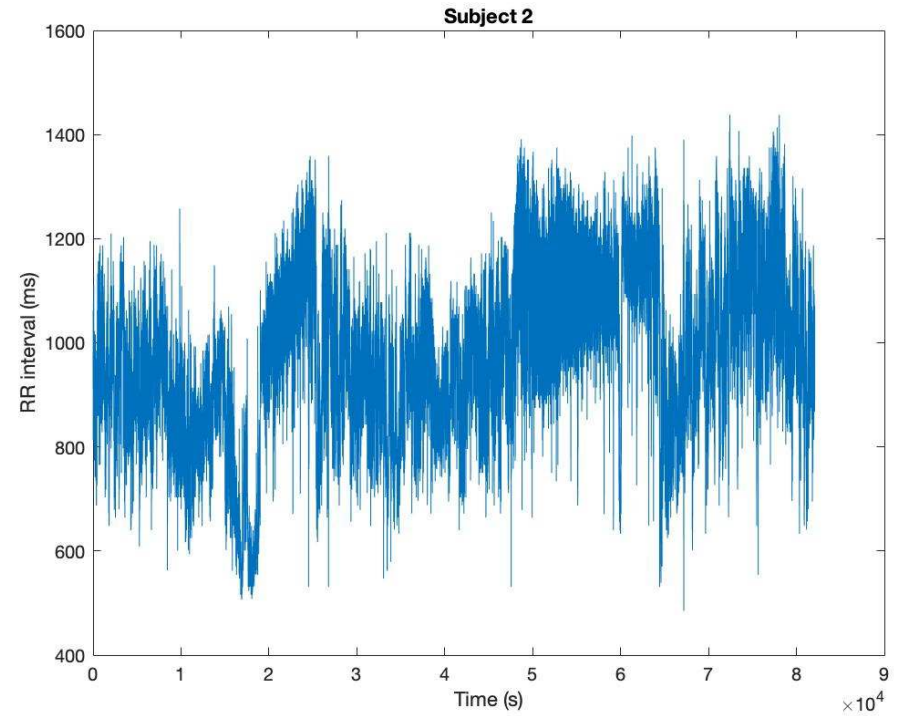
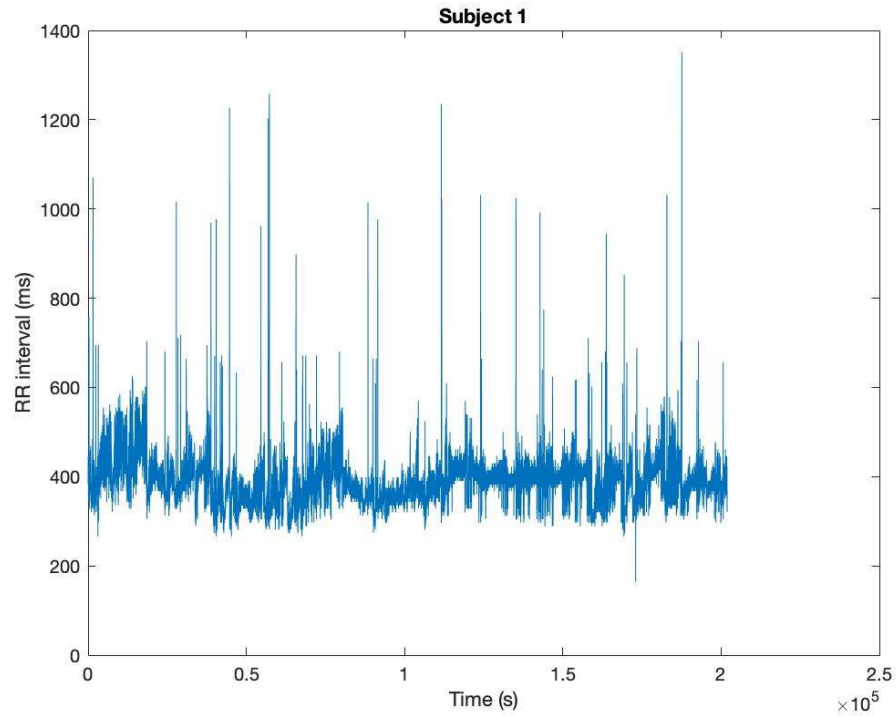


Soluzioni - Esercizio 2

3)



Soluzioni - Esercizio 3



Soluzioni - Esercizio 4

