

# HOMEWORK 1

## Gruppo 3 - Canale 2

Capo gruppo: Sangiovanni Andrea

Componenti: Pace Alessandro, Scala Pietro, Nobili Federico

### 1) Definizione del segnale e grafici

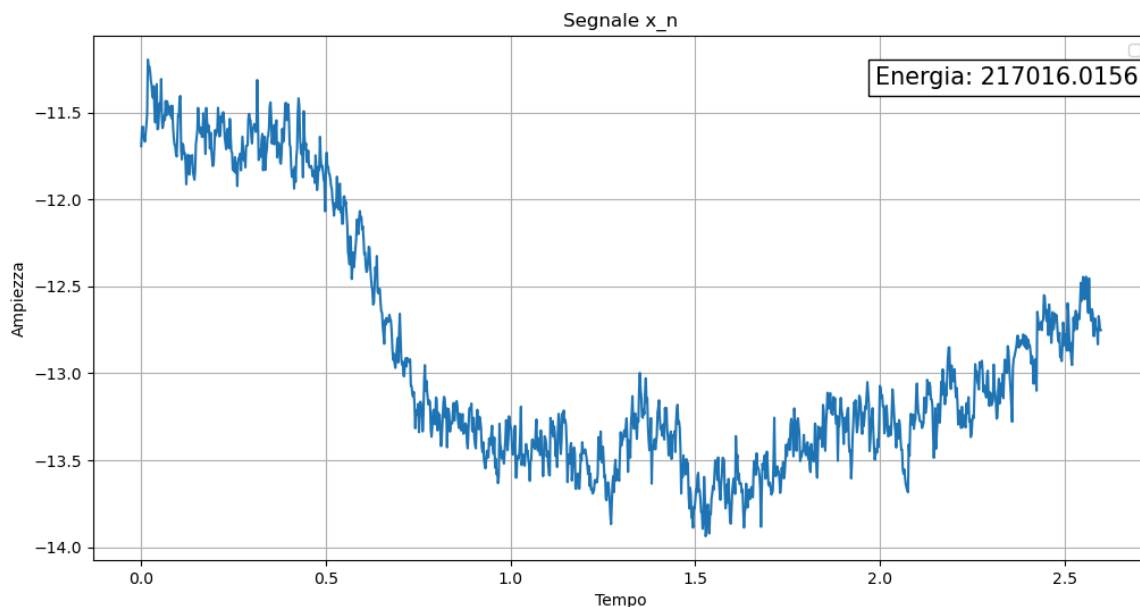
Abbiamo caricato il segnale  $x_n$  registrato dal sensore CP4 dal file trovato nella cartella "eeg\_CP4\_MI\_LH\_s09.mat" utilizzando la funzione `loadmat` di `scipy.io`.

Prendiamo in considerazione il segnale discreto nell'intervallo di campioni  $[n_1, n_2]$  con  $n_1 = 8500$ ,  $n_2 = 9800$  e passo temporale  $T = 2$  ms.

Successivamente abbiamo calcolato l'energia del segnale  $x_n$  attraverso la formula:

$$E = \sum_{n=n_1}^{n_2} |x[n]|^2 = 217016.0156$$

inserendo il risultato approssimato a 4 cifre decimali all'interno di un box nel grafico del segnale.

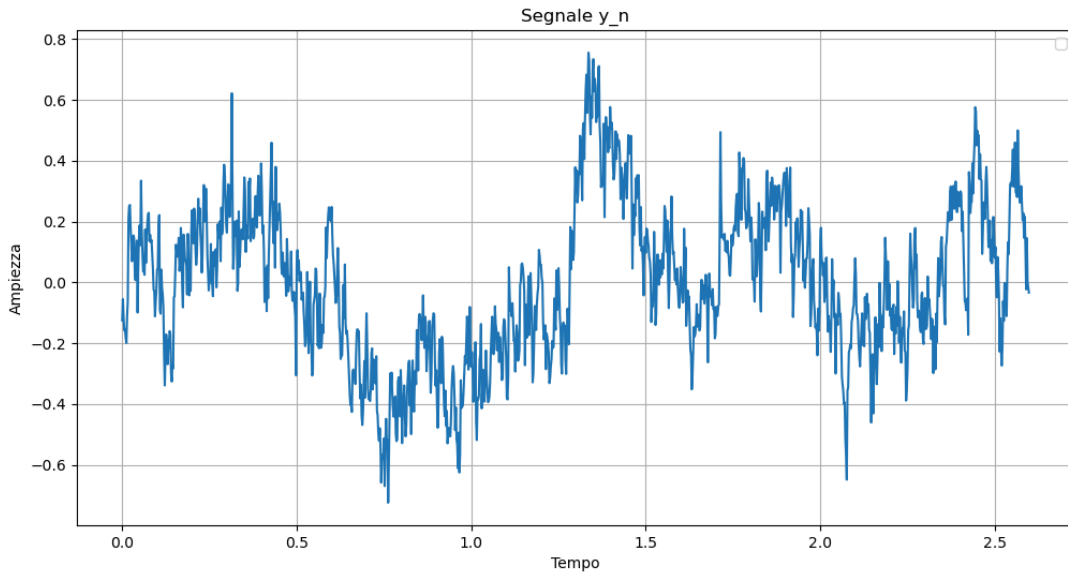


### 2) Studio di una coppia di segnali

Abbiamo caricato il segnale registrato dallo stesso soggetto in corrispondenza del sensore C4 (sempre usando `scipy.io.loadmat`). Calcoliamo il valore medio del segnale tramite la

formula:  $\frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} x_n(k)$  e lo sottraiamo al segnale così da centrarlo in 0 sull'asse dell'ampiezza.

Il risultato ottenuto è il seguente segnale  $y_n$ :

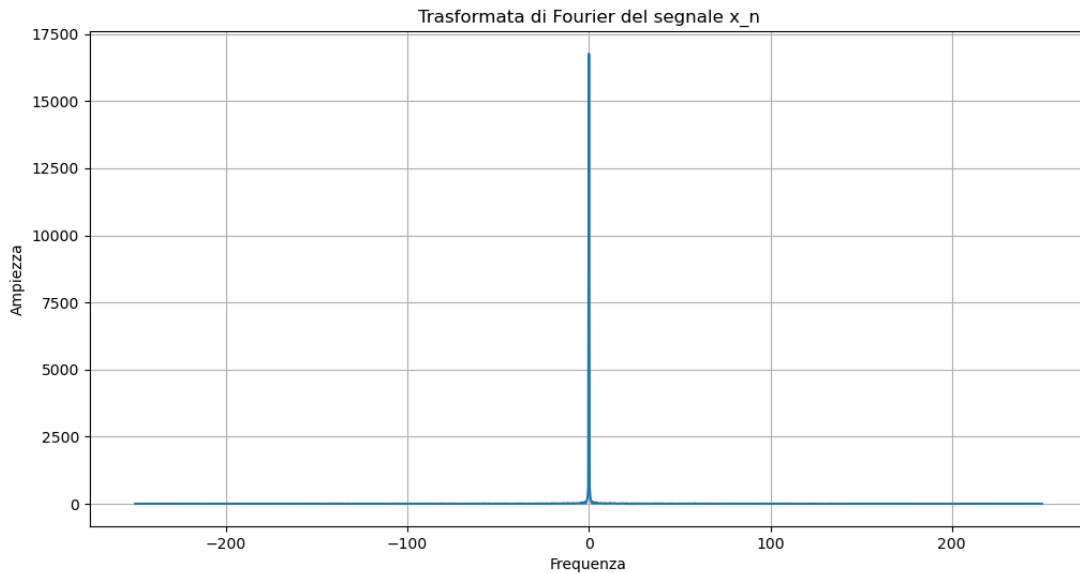


Calcoliamo infine il coefficiente di correlazione tra il segnale  $x_n$  e  $y_n$  (con la funzione `numpy.corrcoef`) la cui formula è:

$$\rho_{xy} = \frac{r_{xy}(0)}{\sqrt{\varepsilon_x \cdot \varepsilon_y}} = 0.2437$$

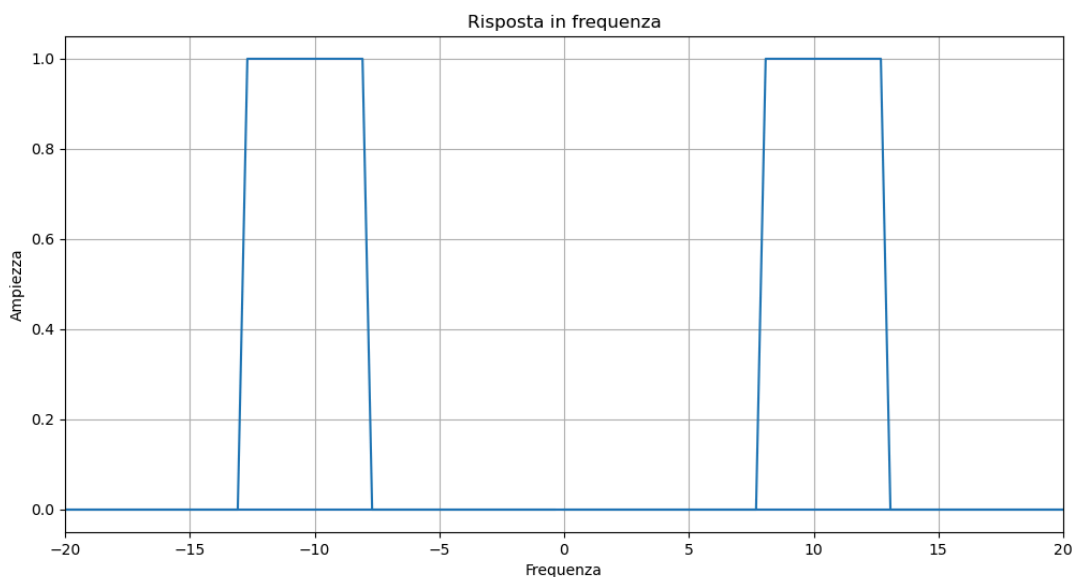
### 3) Studio del segnale in frequenza

Per studiare il segnale nel dominio delle frequenze abbiamo calcolato la trasformata di Fourier del segnale  $x_n$  la cui formula, dato che siamo nel discreto, è  $FT\{x_n\} = \sum_n x_n e^{-j\omega n}$  (con `scipy.fftpack.fft` che implementa una versione più veloce della trasformata di Fourier), facendone poi il valore assoluto, e il vettore delle frequenze (con `scipy.fftpack.fftfreq`). Per una migliore visualizzazione abbiamo shiftato il valore assoluto della trasformata di Fourier (con `scipy.fftpack.fftshift`) in modo da centrarlo nell'origine, producendo il grafico:



Dopodichè abbiamo creato il nostro filtro passa banda che filtra un intervallo di frequenze  $\alpha = [8, 13]$  Hz, per crearlo abbiamo sommato due  $\text{rect}$  centrate in  $\pm 10.5$  Hz di ampiezza 5, così da produrre un filtro con la seguente risposta in frequenza:

$$H(f) = \text{rect}\left(\frac{f-10.5}{5}\right) + \text{rect}\left(\frac{f+10.5}{5}\right)$$



Infine per applicare il filtro al segnale, dato che siamo nel dominio delle frequenze, lo abbiamo moltiplicato per la risposta in frequenza del filtro e poi abbiamo calcolato l'antitrasformata (con `scipy.fftpack.ifft`), ottenendo questo segnale  $z_n$  in uscita nel tempo:

