

# REPORT GRUPPO N°34 FCI

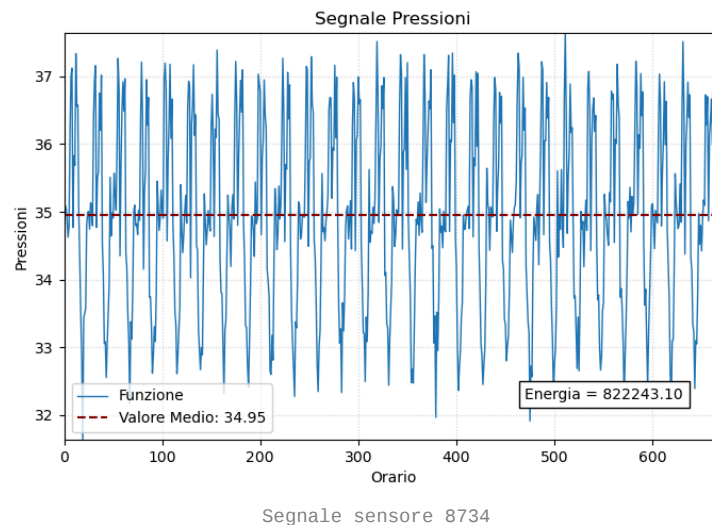
## Segnali Pressione in una Rete Idrica

Il presente report analizza una serie di misurazioni reali provenienti da una rete idrica composta da 83 giunzioni e 85 tubi. L'obiettivo è analizzare le caratteristiche dei segnali di pressione nel dominio del tempo e della frequenza, e confrontare il comportamento di due nodi specifici della rete. Ci concentreremo sui dati di pressione provenienti dai nodi **8734** (associato al segnale  $x_1[n]$ ) e **8606** (associato al segnale  $x_2[n]$ ).

### 1. Definizione del Segnale e Grafici

#### Descrizione del segnale

Il primo segnale analizzato,  $x_1[n]$ , rappresenta la pressione misurata nel nodo 8734. Il segnale è stato rappresentato graficamente utilizzando come asse delle ascisse i valori orari estratti, fornendo una visualizzazione diretta dell'andamento della pressione nel tempo.



#### Calcolo dell'energia e valore medio

**Valore Medio:** Calcolato come  $\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x_1[n]$  tramite il metodo `np.mean(signal)`

**Energia:** Calcolata come  $E = \sum_{n=0}^{N-1} |x_1[n]|^2$  tramite il metodo `np.dot(signal, signal)`

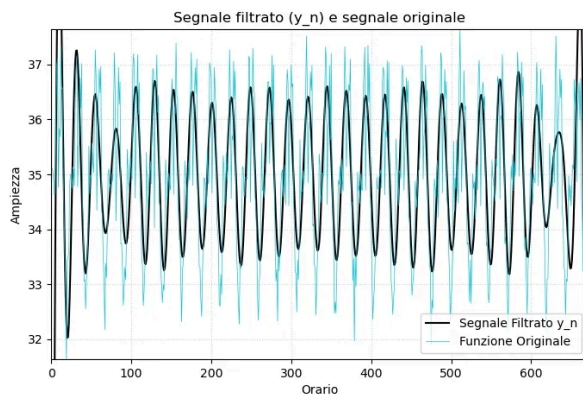
### 2a. Filtraggio Passa-Basso del Segnale

Filtraggio segnale  $x_1[n]$

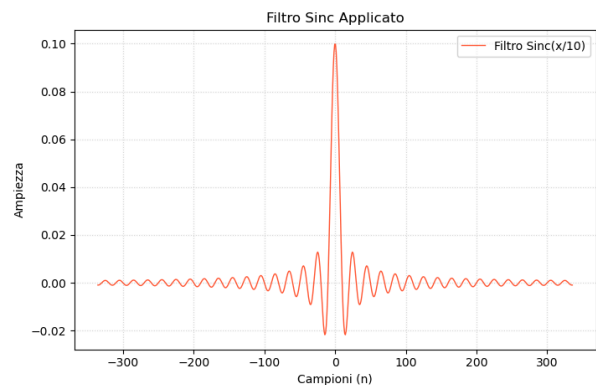
Abbiamo creato un filtro  $h[n]$  basato su una funzione **sinc tempo discreta**, centrata e con la stessa lunghezza  $N$  del segnale  $x_1[n]$ . Per definire la banda del filtro, l'argomento della sinc è stato scalato per un fattore  $B=0.1$ , come visibile nello script  $h_x = B * np.sinc(B * x_{spostato})$ .

Il segnale filtrato  $y_1[n]$  è stato quindi ottenuto tramite la convoluzione  $y_n = np.convolve(pressioni, h_x, mode = "same")$

Per una maggior chiarezza abbiamo deciso di presentare il segnale originale e quello filtrato sovrapposti, per evidenziare in maniera immediata le modifiche apportate dal filtro, che rimuove le componenti ad alta frequenza, restituendo un segnale "smussato".



Segnale originale e filtrato sovrapposti

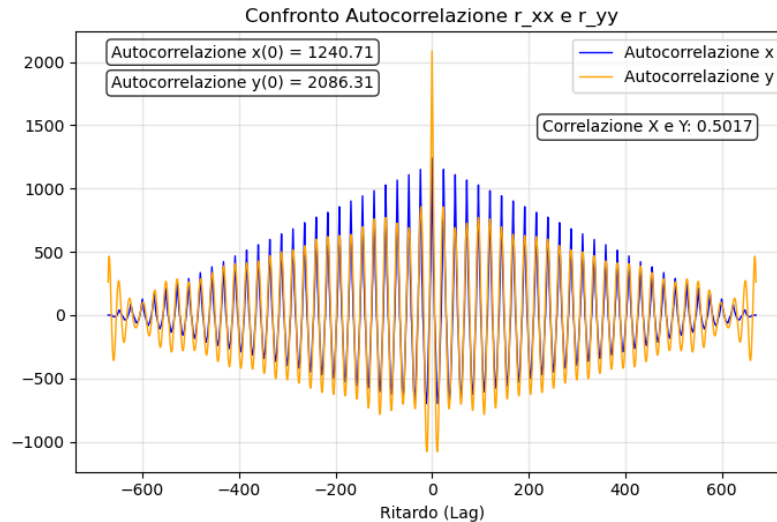


Filtro Sin applicato

## 2b. Analisi dell'Autocorrelazione

### Centratura e calcolo Autocorrelazione

Innanzitutto, i segnali sono stati centrati rimuovendo i rispettivi valori medi, ottenendo  $x_{1N}[n]$  e  $y_{1N}[n]$ . Successivamente, sono state calcolate le loro funzioni di autocorrelazione  $r_{xx}[n]$  e  $r_{yy}[n]$  utilizzando `np.correlate(.., .., mode='full')`



**Nota aggiuntiva sul Grafico:** Oltre alle curve di autocorrelazione, per completezza nel grafico è stata inserita una targhetta con il **coefficiente di correlazione** tra il segnale originale e quello filtrato. Il valore ottenuto,  $\rho_{xy} \approx 0.5017$ , quantifica la moderata somiglianza lineare residua tra il segnale prima e dopo il filtraggio. Valore ben differente dall'autocorrelazione, che invece misura quanto il segnale sia simile a se stesso "ritardato".

## 2c-d. Analisi quantitativa Varianza, Energia, Lobo Centrale

Output Terminale:

```

--- Varianza ---
Varianza segnale originale (x1N): 1.85
Varianza segnale filtrato (y1N): 3.12

--- Energia (Autocorrelazione a Lag 0) ---
Energia segnale originale (r_xx[0]): 1240.71
Energia segnale filtrato (r_yy[0]): 2093.91

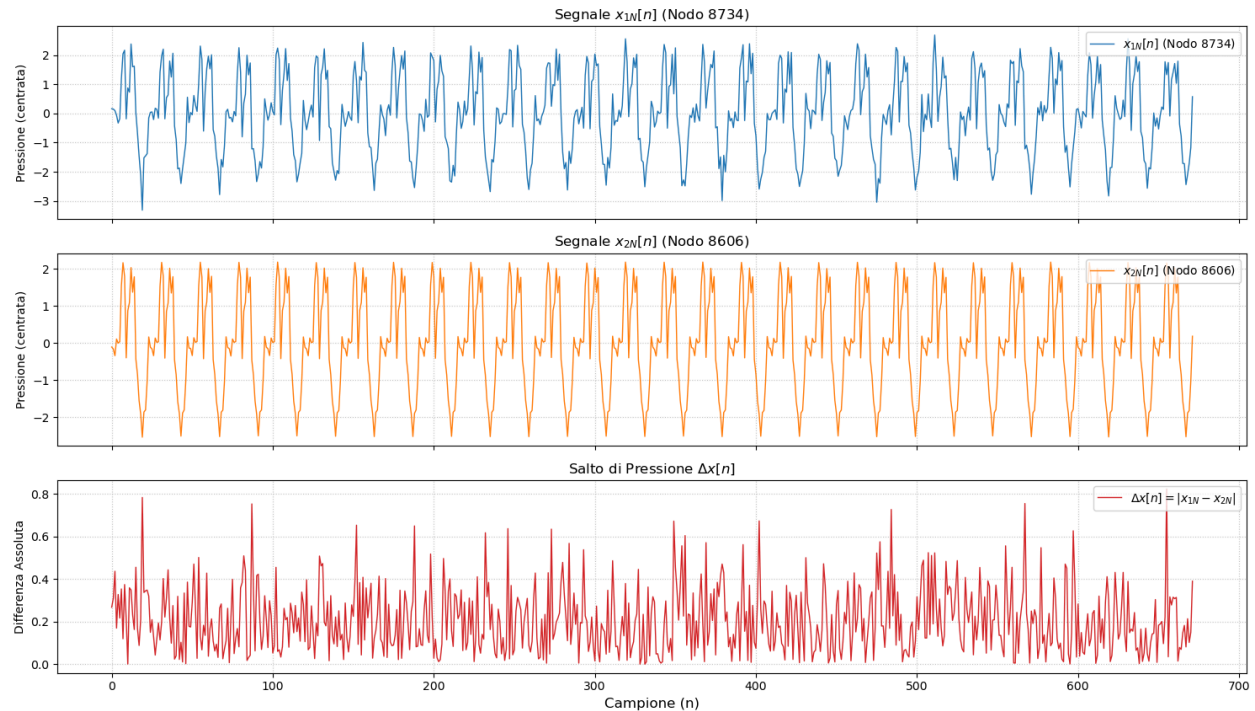
--- Larghezza Lobo Centrale (a metà altezza) ---
Larghezza lobo segnale originale (x1N): 676 campioni
Larghezza lobo segnale filtrato (y1N): 670 campioni

```

Anche se un filtro passa-basso ideale ridurrebbe l'energia del segnale, nel nostro caso l'energia del segnale filtrato risulta maggiore poiché il sinc è troncato e normalizzato sulla somma, non sull'energia. Ciò provoca oscillazioni ai bordi (edge effects) che aumentano la varianza del segnale filtrato, e di conseguenza l'energia del segnale che si vede nell'autocorrelazione. Questo comportamento è atteso quando si applica un sinc finito a un segnale di lunghezza limitata.

## 3a-b-c. Analisi comparativa dei nodi

Sono stati creati i segnali centrati  $x_{1N}[n]$  (Nodo 8734) e  $x_{2N}[n]$  (Nodo 8606). È stato quindi calcolato il "salto di pressione", definito come la differenza assoluta  $\Delta x[n] = |x_{1N}[n] - x_{2N}[n]|$



#### Output terminale:

Calcolo coefficienti di correlazione per K=3 finestre:

Finestra k=1: rho = 0.9813

Finestra k=2: rho = 0.9827

Finestra k=3: rho = 0.9815

I tre coefficienti di correlazione sono **quasi identici** e tutti estremamente alti (vicinissimi a 1).

Questo indica che il legame lineare tra i due segnali è fortissimo e, soprattutto, **il ritardo tra loro appare costante nel tempo**. Se il ritardo fosse stato variabile, avremmo visto fluttuazioni molto più significative nei valori di  $\rho$  tra una finestra e l'altra.

#### Conclusioni

L'analisi dei segnali di pressione ha permesso di caratterizzare il comportamento di un nodo della rete idrica e l'effetto di un filtraggio passa-basso, che ha ridotto l'energia e la varianza del segnale aumentandone la correlazione temporale. L'analisi comparativa tra i nodi 8734 e 8606 ha evidenziato una forte correlazione, che appare stabile nel tempo, fornendo indicazioni sulla loro interdipendenza operativa.

---

Referente Gruppo: Alexandru Iancu

Membri: Edoardo Faudale, Giorgia De Franco, Nicolò Giannini