

# Suono e azione filtrante sistemi dinamici (con un po' di Matlab)

Fondamenti di Automatica  
Prof. G. Panzani

novembre 2017

## Drum sample

Il file "drum.wav" contiene una semplice base di batteria con cassa, rullante (e charleston).

```
1 % Caricamento e lettura file "drums.wav"  
filename = '\drums.wav';  
3 [signal,Fs] = audioread(filename);  
  
5 % Playback con Matlab  
sound(signal,Fs)
```

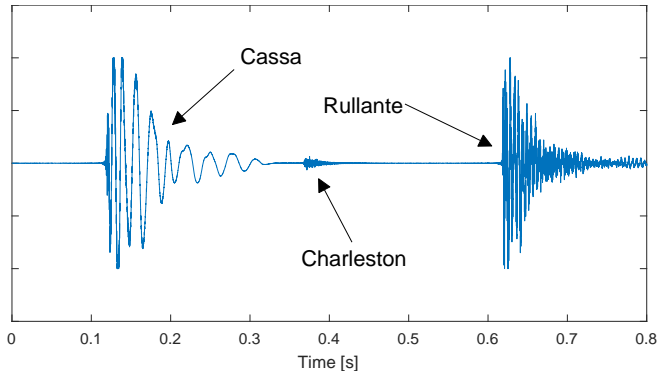


## Drum sample

Una traccia audio non è altro che un segnale e come tale, può essere rappresentato nel dominio del tempo.

```
% Creo il vettore tempo
2 t = 0: 1/Fs :(length(signal)-1)/Fs;

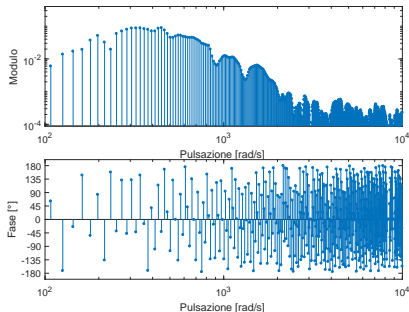
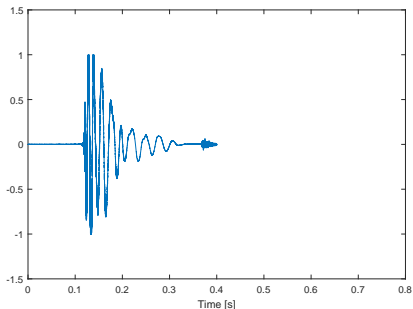
% Rappresentazione del segnale
4 figure; plot(t,signal)
6 xlabel('Time [s]'); ylim([-1.5 1.5])
```



# Analisi spettrale

Cassa e rullante si distinguono per il loro contenuto spettrale.

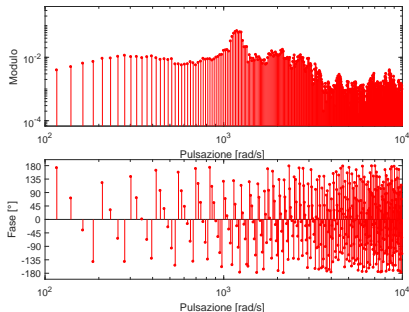
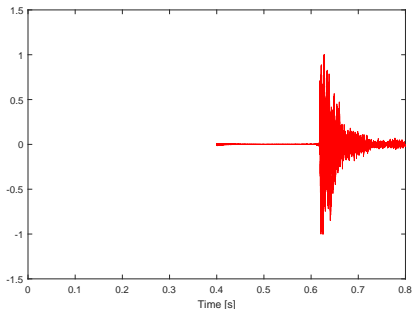
- La cassa ha un contenuto spettrale concentrato a basse frequenze (il segnale nel tempo è caratterizzato prevalentemente da oscillazioni "lente").



# Analisi spettrale

Cassa e rullante si distinguono per il loro contenuto spettrale.

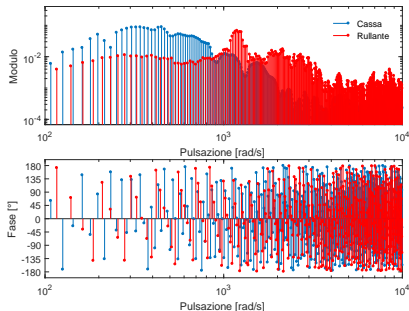
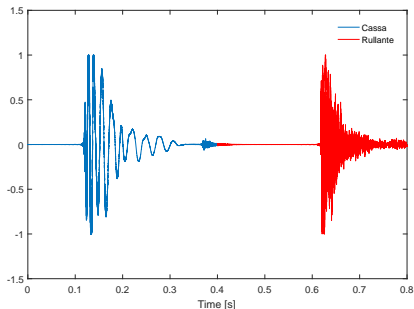
- ▶ La cassa ha un contenuto spettrale concentrato a basse frequenze (il segnale nel tempo è caratterizzato prevalentemente da oscillazioni "lente").
- ▶ Il rullante ha un contenuto spettrale concentrato ad alte frequenze (il segnale nel tempo è caratterizzato prevalentemente da oscillazioni "veloci").



# Analisi spettrale

Cassa e rullante si distinguono per il loro contenuto spettrale.

- ▶ La cassa ha un contenuto spettrale concentrato a basse frequenze (il segnale nel tempo è caratterizzato prevalentemente da oscillazioni "lente").
- ▶ Il rullante ha un contenuto spettrale concentrato ad alte frequenze (il segnale nel tempo è caratterizzato prevalentemente da oscillazioni "veloci").



## Filtraggio

Cassa e rullante si distinguono per il loro contenuto spettrale.

## Filtraggio

Cassa e rullante si distinguono per il loro contenuto spettrale.

- ▶ Filtrando *passa basso* la traccia audio è possibile enfatizzare i suoni bassi - come la cassa.

# Filtraggio

Cassa e rullante si distinguono per il loro contenuto spettrale.

- ▶ Filtrando *passa basso* la traccia audio è possibile enfatizzare i suoni bassi - come la cassa.
- ▶ Filtrando *passa alto* la traccia audio è possibile enfatizzare i suoni acuti - come il rullante.

# Filtraggio

Cassa e rullante si distinguono per il loro contenuto spettrale.

- ▶ Filtrando *passa basso* la traccia audio è possibile enfatizzare i suoni bassi - come la cassa.
- ▶ Filtrando *passa alto* la traccia audio è possibile enfatizzare i suoni acuti - come il rullante.

Si definiscono quindi due filtri:

## Filtraggio

Cassa e rullante si distinguono per il loro contenuto spettrale.

- ▶ Filtrando *passa basso* la traccia audio è possibile enfatizzare i suoni bassi - come la cassa.
- ▶ Filtrando *passa alto* la traccia audio è possibile enfatizzare i suoni acuti - come il rullante.

Si definiscono quindi due filtri:

$$G_{pb} = \frac{3.164e11}{s^4 + 1960s^3 + 1.92e06s^2 + 1.102e09s + 3.164e11}$$

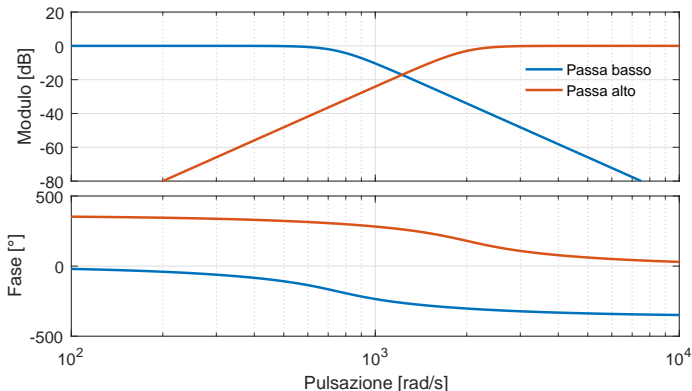
$$G_{pa} = \frac{s^4}{s^4 + 5226s^3 + 1.366e07s^2 + 2.091e10s + 1.6e13}$$

# Filtraggio

Cassa e rullante si distinguono per il loro contenuto spettrale.

- ▶ Filtrando *passa basso* la traccia audio è possibile enfatizzare i suoni bassi - come la cassa.
- ▶ Filtrando *passa alto* la traccia audio è possibile enfatizzare i suoni acuti - come il rullante.

Si definiscono quindi due filtri:



# Filtraggio

Cassa e rullante si distinguono per il loro contenuto spettrale.

- ▶ Filtrando *passa basso* la traccia audio è possibile enfatizzare i suoni bassi - come la cassa.
- ▶ Filtrando *passa alto* la traccia audio è possibile enfatizzare i suoni acuti - come il rullante.

Si definiscono quindi due filtri:

```
2 % Variabile di Laplace
  s = tf('s');

4 % Filtro passa basso
  G_pb = 3.164e11/(s^4+1960*s^3+1.92e06*s^2+1.102e09*s+3.164e11);

6

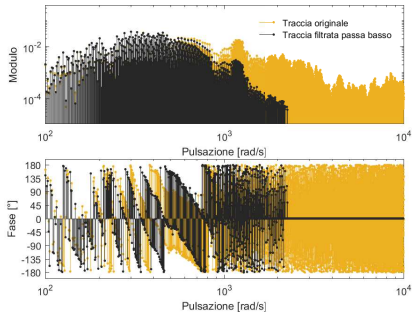
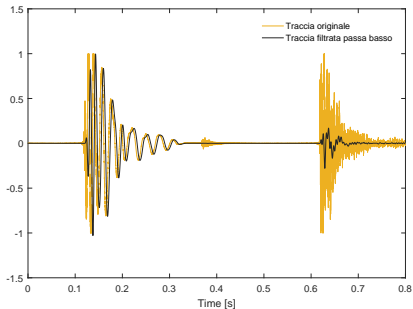
8 % Filtro passa alto
  G_pa = s^4/(s^4+5226*s^3+1.366e07*s^2+2.091e10*s+1.6e13);
```

## Filtraggio passa basso

Filtrando *passa basso* la traccia audio, è possibile enfatizzare la presenza della cassa (ovvero ridurre il suono dovuto al rullante.)

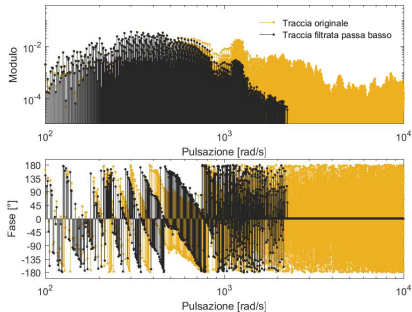
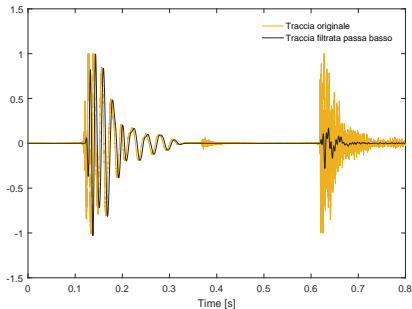
## Filtraggio passa basso

Filtrando *passa basso* la traccia audio, è possibile enfatizzare la presenza della cassa (ovvero ridurre il suono dovuto al rullante.)



# Filtraggio passa basso

Filtrando *passa basso* la traccia audio, è possibile enfatizzare la presenza della cassa (ovvero ridurre il suono dovuto al rullante.)



```
% Variabile di Laplace
```

```
s = tf('s');
```

```
% Filtro passa basso
```

```
signal_pb = lsim(G_pb,signal,t);
```

```
% Playback con Matlab
```

```
sound(signal_pb,Fs)
```

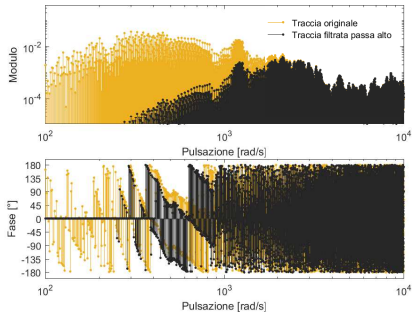
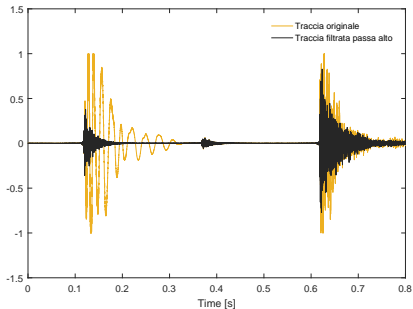
N.B. Si consiglia di utilizzare degli auricolari (non gli altoparlanti del pc/schermo).

## Filtraggio passa alto

Filtrando *passa alto* la traccia audio, è possibile enfatizzare la presenza del rullante (ovvero ridurre il suono dovuto alla cassa.)

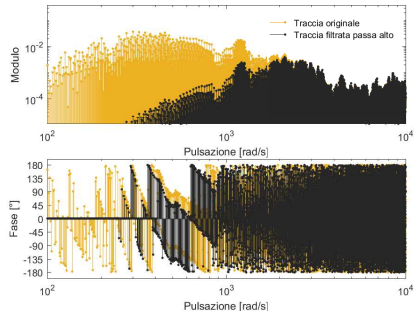
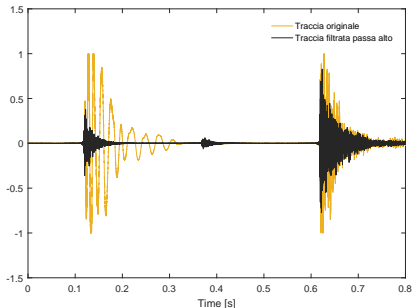
## Filtraggio passa alto

Filtrando *passa alto* la traccia audio, è possibile enfatizzare la presenza del rullante (ovvero ridurre il suono dovuto alla cassa.)



# Filtraggio passa alto

Filtrando *passa alto* la traccia audio, è possibile enfatizzare la presenza del rullante (ovvero ridurre il suono dovuto alla cassa.)



```
% Variabile di Laplace
```

```
s = tf('s');
```

```
% Filtro passa basso
```

```
signal_pa = lsim(G_pa,signal,t);
```

```
% Playback con Matlab
```

```
sound(signal_pa,Fs)
```

N.B. Si consiglia di utilizzare degli auricolari (non gli altoparlanti del pc/schermo).