

# 1 Primo Esercizio

## 1.1 Primo obiettivo

Come primo obiettivo vogliamo confrontare i suoni ottenuti pizzicando due corde che differiscono nella distribuzione discreta delle masse che le idealizzano.

La prima corda, chiamata corda base o di riferimento, è ottenuta tramite la discretizzazione di 101 masse equivalenti dal peso unitario collegate tutte da molle con costanti elastiche del valore  $k = 1.0275 \times 10^6$  e tutti con coefficiente di viscosità pari a  $10^{-3}$  pizzicata in posizione 5 e con un pickup posto in posizione 20.

La seconda corda, che abbiamo chiamato corda modificata, è identica alla prima solo con  $p = 34$ , con costante di viscosità  $\theta_{34} = 200\theta_1$  e  $m_{34} = 100m_1$ .

Abbiamo poi registrato un video del movimento della corda (sia quella base che quella di riferimento) con rate = 40000 per una durata di 15 secondi e poi abbiamo riportato in dei grafici l'andamento della posizione e della velocità di entrambe le corde; inoltre abbiamo confrontato le ampiezze delle vibrazioni tramite la trasformata discreta di Fourier.

### 1.1.1 Script e Function

Si riporta la funzione suonacorda utilizzata per la sperimentazione. Questa function restituisce i vettori spostamento e velocità delle corde e viene applicata ai due script cordabase e cordamodificata.

```
%function suonacorda

function [s,v] = suonacorda(m, k, theta, y0, v0, rate, secs, pickup)
% m: vettore delle masse
% k: vettore delle costanti elastiche
% theta: vettore delle costanti di viscosità
% y0: vettore delle posizioni iniziali
% v0: vettore delle velocità iniziali
% rate: frequenza
% secs: durata
% pickup: indice della componente che si registra
% s: vettore delle posizioni
% v: vettore delle velocità

% costruisco la matrice K
n = length(m);
K = diag(k(1:n)+k(2:n+1)) - diag(k(2:n),-1) - diag(k(2:n),1);

% costruisco la matrice A
A = zeros(2*n,2*n);
A(1:n, n+1:2*n) = eye(n); A(n+1:2*n, 1:n) = -diag(1./m)*K;
A(n+1:2*n, n+1:2*n) = -diag(theta./m);

% formo le condizioni iniziali
w0 = [y0; v0];

% calcolo esponenziale
B = expm((1/rate)*A);

% risolvo
s = zeros(rate*secs,1); v = zeros(rate*secs,1); s(1) = y0(pickup);
v(1) = v0(pickup);
for i=1:rate*secs-1
w0 = B*w0;
s(i+1) = w0(pickup); v(i+1) = w0(n+pickup);
```

```
end
end
```

Script corda di riferimento.

Riportano il relativo script, con i dati relativi alla corda di riferimento che produce i grafici di spostamento e velocità, della relativa FFT e l'animazione.

```
%script corda di riferimento

%implementa la corda di riferimento
n = 101;
m = ones(n,1)*0.01/n;
k = 1.0275e6*ones(n+1,1);
theta = 1.e-3;
q = 5;
y0 = zeros(n,1);
v0 = zeros(n,1);
for i=1:q
    y0(i)=i/q;
end
for i=q+1:n
    y0(i)=1-(i-q)/(n+1-q);
end
rate = 16384;
secs = 2;
pickup = 20; %Punto di campionamento

[s,v] = suonacorda(m, k, theta, y0, v0, rate, secs, pickup);
%s = vettore di spostamenti del punto di pickup
%v = vettore di velocità del punto di pickup

%fft relative a s e v rispettivamente
f=fft(s);
g=fft(v);

%Grafico di spostamenti e velocità
f1=figure(1);
subplot(2,1,1)
plot(s(1:819));
title('Spostamenti');
subplot(2,1,2);
plot(v(1:819));
title('Velocità')
saveas(f1,'cordabase_sv.png');

%Grafico delle trasformate discrete di Fourier di spostamenti e velocità
f2=figure(2);
subplot(2,1,1)
plot(abs(f(1:end/2))); title('Spostamenti'); subplot(2,1,2); plot(abs(g(1:
    end/2))); title('Velocità')
saveas(f2,'cordabase_Fourier.png');

%animazione
y = simula(m, k, theta, y0, v0, 40000, 15);

fanimator(@(t) anima(y{1},n, rate ,t),'AnimationRange',[0,1],'FrameRate'
    ,200)
axis([1 n -1 1])

%playAnimation
%Decomentare per mettere in play l'animazione
writeAnimation('cordabase.avi') % Salva l'animazione come video su file
```

```
writeAnimation('cordabase.gif')
```

Script corda modificata.

Lo script seguente crea la corda dell'esercizio 4 e ne produce i grafici di spostamento e velocità, della relativa FFT e l'animazione.

```
%script della corda modificata secondo l'esercizio 4
```

```
%implementazione della corda modificata
```

```
n = 101; %Numero di punti materiali
```

```
m = ones(n,1)*0.01/n;
```

```
p=34;%modifica es 4
```

```
m(p)=100*m(1); %modifica es4
```

```
k = ones(n+1,1)*10275.e2; %Valori costanti elastiche
```

```
theta = 1.e-3*ones(n,1);%Costanti forze resistenti
```

```
q = 5; %Punto pizzicato
```

```
theta(p)=200*theta(1);
```

```
y0 = zeros(n,1);
```

```
v0 = zeros(n,1);
```

```
for i=1:q  
    y0(i)=i/q;
```

```
end
```

```
for i=q+1:n
```

```
    y0(i)=1-(i-q)/(n+1-q);
```

```
end
```

```
rate = 16384;
```

```
secs = 2;
```

```
pickup = 20; %Punto di campionamento
```

```
[s,v] = suonacorda(m, k, theta, y0, v0, rate, secs, pickup);
```

```
%s = vettore di spostamenti del punto di pickup
```

```
%v = vettore di velocità del punto di pickup
```

```
%fft relative a s e v rispettivamente
```

```
f=fft(s);
```

```
g=fft(v);
```

```
%Grafico di spostamenti e velocità
```

```
f1=figure(1);
```

```
subplot(2,1,1)
```

```
plot(s(1:819));
```

```
title('Spostamenti');
```

```
subplot(2,1,2);
```

```
plot(v(1:819));
```

```
title('Velocità');
```

```
saveas(f1,'cordamodificata_sv.png');
```

```
%Grafico delle trasformate discrete di Fourier di spostamenti e velocità
```

```
f2=figure(2) ;
```

```
subplot(2,1,1)
```

```
plot(abs(f(1:end/2))); title('Spostamenti'); subplot(2,1,2); plot(abs(g(1:  
end/2))); title('Velocità')
```

```
saveas(f2,'cordamodificata_Fourier.png');
```

```
%animazione
```

```
y = simula(m, k, theta, y0, v0, 40000, 15);
```

```
fanimator(@(t) anima(y{1},n,rate,t),'AnimationRange',[0,1],'FrameRate',200)
```

```
axis([1 n -1 1])
```

```
% playAnimation % Decommentare per mettere in play l'animazione
```

```
writeAnimation('cordamodificata.avi') % Salva l'animazione come video su  
file
```

```
writeAnimation('cordamodificata.gif')
```

Inoltre sono stati utilizzati i file anima.m e simula.m per generare le animazioni.

### 1.1.2 Grafici

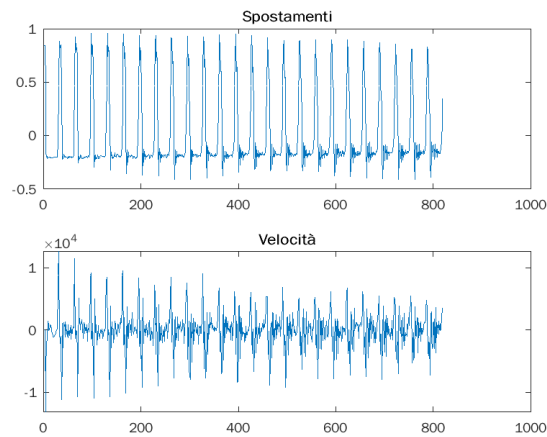


Figura 1: Grafico relativo ai vettori spostamento e velocità della corda di riferimento.

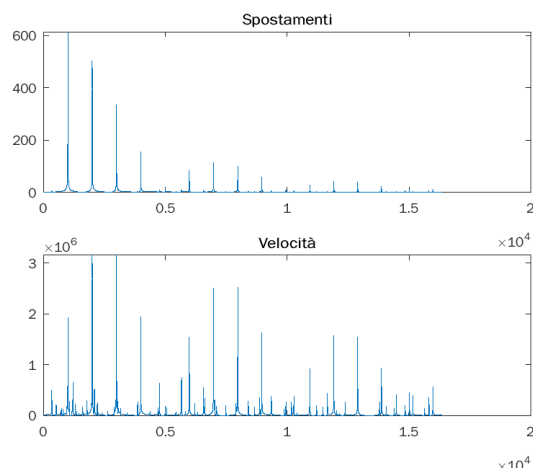


Figura 2: Grafico della trasformata di spostamento e velocità della corda di riferimento.

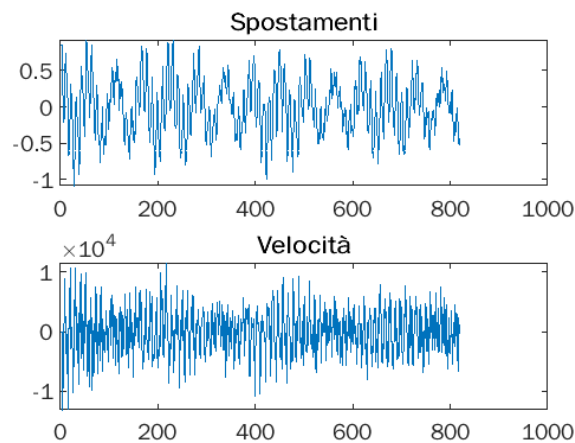


Figura 3: Grafico relativo ai vettori spostamento e velocità della corda modificata.

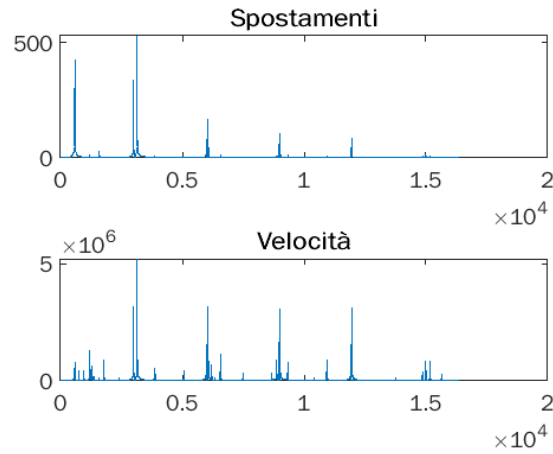


Figura 4: Grafico della trasformata di spostamento e velocità della corda modificata.

### 1.1.3 Commenti

Le differenze di comportamento tra le due corde sono sostanziali, modificare il valore di  $\theta_{34}$  aumentandolo di 200 volte fa sì che la corda sia più "rigida" nella zona centrale. Dai grafici 1 e 3 si può osservare che la corda di riferimento vibra con ampiezze maggiori rispetto alla corda modificata.

Possiamo anche osservare un progressivo abbattimento delle velocità che è più accentuato per la corda modificata.

Alleghiamo una simulazione del movimento di entrambe le corde.

## 1.2 Note

Ho lavorato con Chiara Di Sano.