



In questo esercizio si considera un suono più complesso, presente nel file `dueNote.wav`

Si richiede d'individuare non solo le due note ma anche l'istante in cui si comincia a suonare ognuna di esse, detto «onset»¹

Iniziate con l'ascoltare il suono in Matlab o scaricando il file su di un dispositivo

È possibile individuare la collocazione delle note in tempo ed in frequenza con gli strumenti disponibili?

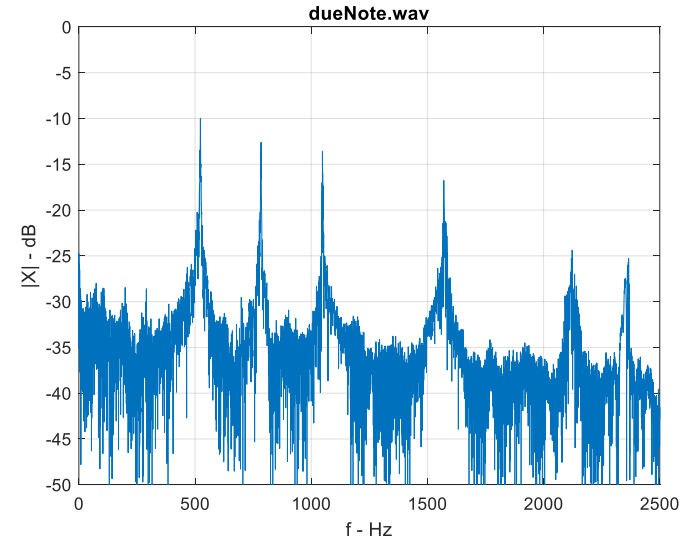
Usate il codice della soluzione dell'esercizio 2 con il nuovo file: ci si accorge che la non è adeguata a risolvere questo tipo di *analisi tempo-frequenza*, perché l'informazione sulla localizzazione temporale delle sinusoidi è difficile da estrarre.

¹ Il problema di determinare l'onset è piuttosto difficile in generale, vedere ad esempio Bello, J.P., Daudet, L., Abdallah, S., Duxbury, C., Davies, M., Sandler, M.B. (2005) "[A Tutorial on Onset Detection in Music Signals](#)", IEEE Transactions on Speech and Audio Processing 13(5), pp 1035-1047



```
clearvars; close all;  
% Lettura dati  
file = 'dueNote.wav';  
% Legge i campioni e la freq. camp.  
[nota, Fc] = audioread(file);  
TC = 1/Fc; % Periodo di campionamento  
  
% Riproduzione suono  
soundsc(nota, Fc);  
  
% Analisi in frequenza  
N = numel(nota); % numero di campioni del segnale  
M = 2^(nextpow2(N)+3); % Zero-padding: M >= N*8  
step = Fc/M; fStart = -Fc/2; fStop = Fc/2 - step;  
F = fStart:step:fStop;  
  
% calcolo campioni della Tftc  
X = TC*fft(nota, M);
```

```
% Visualizzazione spettro di ampiezza  
X_amp = fftshift(abs(X));  
% Freq in Hz, ampiezze in decibel  
figure(1); plot(F, 10*log10(X_amp)); grid;  
% Traccia solo la parte d'interesse del grafico  
axis([0 2500 -50 0])  
xlabel('f - Hz'); ylabel('|X| - dB'); title(file)
```



Dallo spettro di ampiezza si individuano le due armoniche principali, ma è impossibile individuare l'istante in cui ogni nota comincia ad essere suonata