

## Esercizi

### ACS2\_13 – Trasformata di Fourier.

1. Il seguente codice MATLAB calcola e visualizza una funzione **rect pulse**, e la sua convoluzione doppia e tripla, usando la funzione `conv()` per la convoluzione tra due vettori:

```
a=-2; b=2; T=b-a; t=a:.01:b; N=numel(t)-1;
R=rectpuls(t);
RR=conv(R,R,'same')*T/N; % double convolution
RRR=conv(RR,R,'same')*T/N; % triple convolution
plot(t,R,'b'); axis equal; hold on
plot(t,RR,'r')
plot(t,RRR,'g')
```

Calcolare le due convoluzioni mediante **DFT** e mediante la funzione `cconv()`. Visualizzare i risultati.

2. Il seguente codice MATLAB calcola e visualizza una funzione **rect pulse perturbata**, e la sua convoluzione doppia e tripla, usando la funzione `conv()` per la convoluzione tra due vettori:

```
a=-2; b=2; T=b-a; t=a:.01:b; N=numel(t)-1;
rng('default')
R=rand(size(t)).*rectpuls(t); % with uniform random noise
RR=conv(R,R,'same')*T/N; % double convolution
RRR=conv(RR,R,'same')*T/N; % triple convolution
plot(t,R,'b'); axis equal; hold on
plot(t,RR/max(RR),'r')
plot(t,RRR/max(RRR),'g')
```

Calcolare le due convoluzioni mediante **DFT** e mediante la funzione `cconv()`. Visualizzare i risultati.

3. Spiegare perché, dall'essere  $\text{sinc}(\omega)$  la Trasformata di Fourier della funzione **rect pulse**, segue che la Trasformata di Fourier della funzione **triangular pulse** è  $\text{sinc}^2(\omega)$ .
4. Il seguente codice simbolico mostra gli effetti dell'errore di Windowing:

```
syms t real; f=exp(-abs(t)/2); figure; fplot(f,[-10 10])
L=10; w=rectangularPulse(-L/2,+L/2,t); figure; fplot(w,[-10 10])
figure; fplot( f*w, [-10 10])
F=fourier(f); figure; fplot(abs(F),[-10 10],'Color','k')
W=fourier(w); figure; fplot(abs(W),[-10 10],'Color','r')
G=fourier(f*w); figure; fplot(abs(G),[-10 10],'Color','b')
```

Che succede per  $L=5$ ?

5. Perché, campionando  $2\cos(t) + \sin(5t)$  alla frequenza  $2/\pi <$  frequenza di Nyquist, siamo in grado di ricostruire solo  $2\cos(t) + \sin(t)$ , e non  $2\cos(t) + \sin(2t)$ , oppure  $2\cos(t) + \sin(3t)$ , oppure  $2\cos(t) + \sin(4t)$ ?
6. Qual è la frequenza di Nyquist del segnale  $\cos(x) + \sin(10x)$ ? Verificarlo mediante la Trasformata di Fourier ed il Teorema del Campionamento. Mostrare cosa succede campionando il segnale ad una frequenza più bassa.

7. Come si può evitare l'errore di Aliasing nello stimare numericamente lo Spettro di Fourier da un campione della funzione  $f(t)=\cos(1000\pi t)$  nell'intervallo  $[0,0.1]$ ? E come si può produrre l'errore di Aliasing? Scrivere un codice MATLAB per entrambe le domande.
8. The following MATLAB code read an audio file:

```
fileName='Star_Wars.mp3';  
I=audioinfo(fileName)  
[y,Fs]=audioread(fileName);
```

Scaricare, dalla pagina del corso sulla piattaforma di eLearning, i file zip contenenti dei file audio. Scrivere una funzione MATLAB per determinare le note musicali nel file usando una Short Time Fourier Transform. Confrontare i risultati con quelli ottenuti mediante la funzione `spectrogram()` (nel Signal Processing Toolbox).