Esercitazione di laboratorio 2

Esercizio 1 (Convoluzione e sistemi LTI)

La convoluzione tra due segnali può essere vista come il filtraggio del segnale $x(n)$ da un sistema LTI tempo-discreto con risposta all'impulso $y(n)$. Ri-scrivere la funzione di convoluzione scritta per l'esercitazione 1 in questa forma e applicarla ai segnali $x(n)$ e $y(n)$ definiti nell'esercitazione 1.

Esercizio 2 (implementazione DFT)

Implementare la DFT e DFT inversa *senza* usare le funzioni di libreria MATLAB.

Le trasformate sono definite come segue:

$$X_{\mathrm{out}}[k] = \begin{cases} \frac{1}{N} \sum\limits_{n=0}^{N-1} x_{\mathrm{in}}[n] e^{j2\pi kn/N} & k = 0, \ldots, N-1 \\ \sum\limits_{n=0}^{N-1} x_{\mathrm{in}}[n] e^{-j2\pi kn/N} & k = 0, \ldots, N-1 \end{cases} \tag{1}$$

dove N è la lunghezza del segnale $x_{in}[n]$.

Confrontare il risultato della propria funzione con le funzioni built-in di Matlab `fft`, `ifft` per un segnale a piacere in ingresso e verificarne l'uguaglianza. Si raccomanda di provare almeno due casi in cui N è sia pari che dispari.

Bonus: È possibile ridurre la complessità della funzione implementata nel punto precedente utilizzando la struttura ricorsiva a "schema a blocchi" vista a lezione. Riscrivere la funzione del punto precedente con questa struttura, comparandone la velocità di esecuzione con la versione originale. Suggerimento: usare le funzioni MATLAB `tic` e `toc` per misurare la velocità di esecuzione del codice.

Esercizio 3 (DFT di segnali analogici campionati) A partire da un segnale nel tempo $x(t)$ è possibile simularne una versione campionata nell'intervallo $\left[-\frac{T_0}{2}, \frac{T_0}{2}\right]$ con frequenza di campionamento $f_c = \frac{1}{T_c}$ nella seguente maniera: $x[n] = x(nT_c)$ dove $n \in \left[-\frac{N}{2}, \frac{N}{2} - 1\right]$ ed $N = T_0 f_c$ è il numero di campioni.

Si considerino i seguenti segnali analogici:

- $x(t) = \text{sinc}^2(t)$
- $x(t) = \exp(-4|t|)$
- $x(t) = \cos(2\pi t)$

dove t è espresso in secondi. Dato un intervallo di durata $T_0 = 4$ secondi, campionare i seguenti segnali con due diverse frequenze di campionamento $f_c = 5$ Hz e $f_c = 20$ Hz e calcolarne la DFT. Dopodichè rappresentare il modulo della DFT su un diagramma *quotato* in frequenza (Hertz).