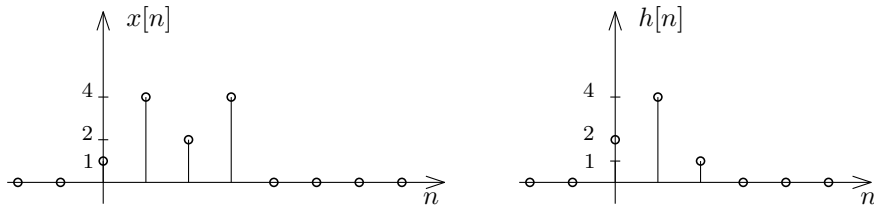


Università degli Studi di Brescia
Segnali e Sistemi
Laboratorio di Matlab, A.A. 2022/2023
Esercitazione N.7, 24/05/2023

[Esercizio 1] CONVOLUZIONI A TEMPO DISCRETO

- (i) Usando il comando **conv** si calcoli la convoluzione tra i due segnali in figura



[Esercizio 2] EQUAZIONE ALLE DIFFERENZE

Si consideri un sistema lineare tempo invariante, causale e stabile, descritto dall'equazione alle differenze:

$$y[n] = a y[n-1] + (1-a)x[n], \quad a = 0.9$$

- (i) Si determinino (analiticamente e numericamente) e si rappresentino graficamente la risposta all'impulso e la risposta in frequenza del sistema (si usi il comando **stem** per rappresentare le sequenze discrete);
- (ii) Si calcoli l'uscita del sistema a fronte degli ingressi:

$$x_i[n] = \sin(2\pi f_i n), \quad 0 \leq n \leq 100$$

dove $f_1 = 1/4$, $f_2 = 1/5$, $f_3 = 1/10$, $f_4 = 1/20$, sia per via teorica che numericamente.

[Esercizio 3] CONCATENAZIONE SERIE

Siano dati i sistemi S_1 e S_2 con risposte all'impulso rispettivamente:

$$h_1[n] = a^n \varepsilon[n], \quad h_2[n] = b^n \varepsilon[n], \quad 0 < a, b < 1$$

- (i) Si calcoli analiticamente la risposta all'impulso $h[n]$ del sistema $S[\cdot] = S_2[S_1[\cdot]]$, concatenazione in serie dei sistemi S_1 e S_2 ;
- (ii) Si scriva l'equazione alle differenze del secondo ordine che rappresenta il sistema S ;
- (iii) Si calcoli l'uscita del sistema a fronte di vari ingressi, sia mediante convoluzione con $h[n]$ sia tramite l'equazione ottenuta al punto precedente.

[Esercizio 4] FILTRI PASSA-BASSO NUMERICI

Si considerino due filtri numerici passa-basso, un FIR e un IIR, dati dalle seguenti equazioni alle differenze:

$$y^{\text{FIR}}[n] = \sum_{r=0}^9 b_r^{\text{FIR}} \cdot x[n-r]$$

$$b^{\text{FIR}} = [-0.0652 \quad -0.0378 \quad 0.0599 \quad 0.4093 \quad 0.4824 \quad 0.4093 \quad 0.2354 \quad 0.0599 \quad -0.0378 \quad -0.0652]$$

$$y^{\text{IIR}}[n] = G \cdot \sum_{r=0}^2 b_r^{\text{IIR}} \cdot x[n-r] + \sum_{k=1}^3 a_k^{\text{IIR}} \cdot y[n-k]$$

$$G = 0.270574$$

$$b^{\text{IIR}} = [1 \quad 2 \quad 1]$$

$$a^{\text{IIR}} = [1 \quad -0.377936 \quad 0.460234]$$

- (i) Si determinino numericamente e si rappresentino graficamente la risposta all'impulso e la risposta in frequenza dei filtri.
- (ii) Si implementi il filtraggio di un segnale arbitrario con i due filtri dati, implementando il filtro IIR sia in Forma Diretta I sia in Forma Diretta II