

Per la soluzione delle domande in grigio chiaro si rimanda al libro di testo e al materiale didattico. Per chiarimenti si prega di contattare il docente.

Esercizio 1. Illustrare lo schema generale di un'apparecchiatura per l'acquisizione di segnali spontanei, descrivendo brevemente i diversi componenti. Fornire un esempio di segnale biomedico spontaneo, indicando valori tipici e sottolineandone l'interesse in ambito clinico.

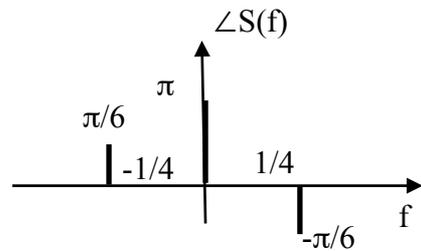
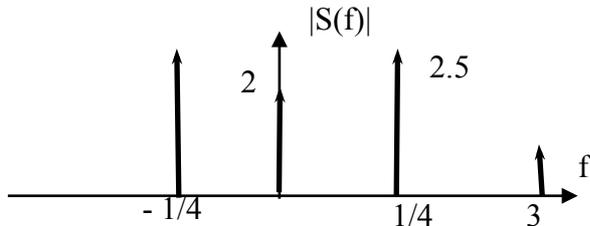
Esercizio 2 Si disegnino il modulo e la fase della Trasformata Continua di Fourier del seguente segnale

$$s_1(t) = -2 + 5 \sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{3}\right) + e^{j6\pi t}$$

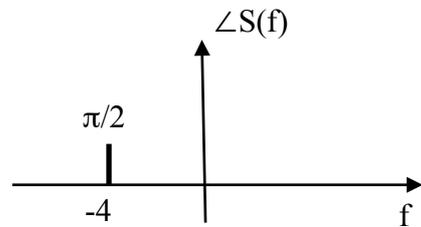
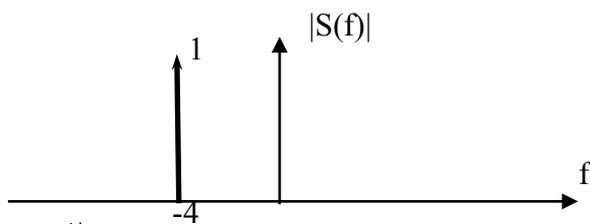
Discutere le differenze di tale rappresentazione con quella relativa allo Sviluppo in Serie di Fourier del medesimo segnale.

Si rappresenti il seguente spettro in modulo e fase $S_1(f) = c\delta(f + f_A)$ con $c = e^{j\frac{\pi}{2}}$ e $f_A = 4$. Si determini l'espressione dell'antitrasformata di $S_1(f)$.

$$\begin{aligned} S_1(f) &= -2\delta(f) + \frac{2.5}{j} e^{j\frac{\pi}{3}} \delta\left(f - \frac{1}{4}\right) - \frac{2.5}{j} e^{-j\frac{\pi}{3}} \delta\left(f + \frac{1}{4}\right) + \delta(f - 3) = \\ &= 2e^{j\pi} + 2.5e^{-j\frac{\pi}{6}} \delta\left(f - \frac{1}{4}\right) + 2.5e^{j\frac{\pi}{6}} \delta\left(f + \frac{1}{4}\right) + \delta(f - 3) \end{aligned}$$

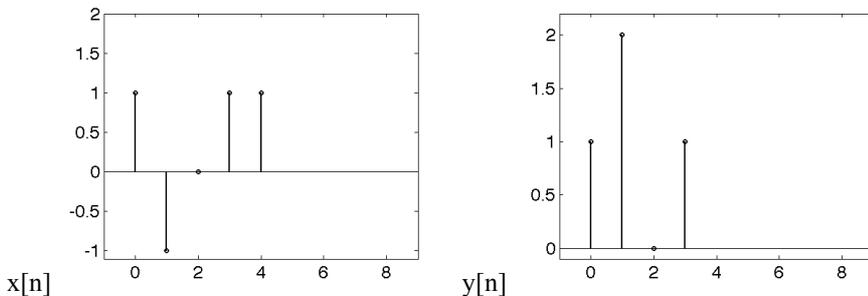


$$S_2(f) = c\delta(f + f_A) \text{ con } c = e^{j\frac{\pi}{2}} \text{ e } f_A = 4$$

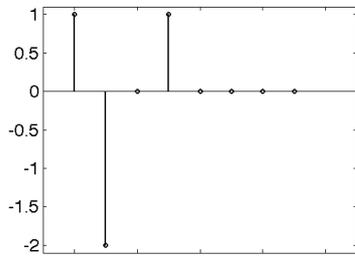


$$s_2(t) = je^{-j4\pi t}$$

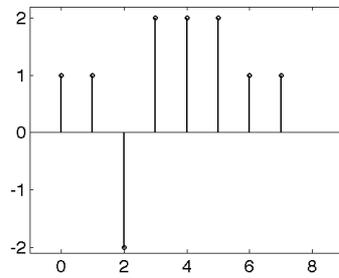
Esercizio 3 Si considerino le sequenze nelle seguenti figure



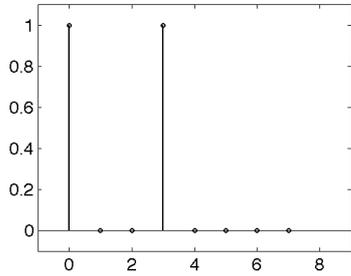
I. Dire quale tra le seguenti è la convoluzione tra $x[n]$ e $y[n]$



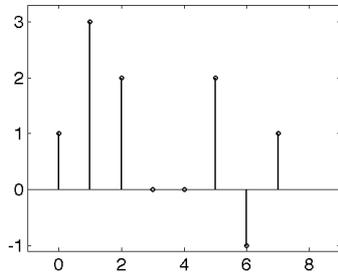
A.



B.



C.



D.

Sia dato un segnale con banda compresa tra 50 e 39 MHz. Si indichi la minima frequenza di campionamento utilizzabile

La banda del segnale è $B=11$ MHz. La grandezza $F_{max}/B=4.5455$ comporta $m=4$ da cui $F_c=2F_{max}/m=25$ Hz

Dato un segnale reale $s(t)$ di tipo passa basso con frequenza massima pari a 2 MHz, si consideri il segnale $s_1(t) = \cos(2\pi f_1 t) + 5s(t)\sin(2\pi f_0 t)$ con $f_0=8$ MHz e con $f_1=7$ MHz. Qual è la banda occupata dal segnale $s_1(t)$ (si indichi i solo la banda per frequenze positive)?

Il segnale reale passa basso occupa le frequenze tra -2 e 2 MHz. Per il teorema della modulazione il segnale $s(t)\sin(2\pi f_0 t)$ occupa le frequenze tra -10 e -6 e quelle tra 6 e 10. Il segnale $\cos(2\pi f_1 t)$ possiede due componenti a -7 e 7 MHz. Quindi la somma dei due segnali occupa la banda tra 6 e 10 (e tra -10 e -6).

Si consideri un segnale di tipo passa banda e f_c la frequenza ottenuta dall'applicazione delle regole per il campionamento di segnali passa banda. Indicare quale tra le seguenti affermazioni è falsa

- A. alla frequenza f_c non si assiste al fenomeno di aliasing dello spettro
- B. f_c può essere uguale alla frequenza di Nyquist per il segnale
- C. per frequenze di campionamento superiori a f_c non si assiste mai al fenomeno di aliasing dello spettro

Esercizio 4. Dato un sistema tempo discreto, lineare tempo invariante, definire la risposta in frequenza del sistema e come questa possa fornire informazioni sulla risposta dello stesso ad un ingresso generico. Riportare alcuni esempi, anche utilizzando grafici, di risposte in frequenza di tipo passa basso e di tipo passa alto e discutere alcune possibili risposte al gradino unitario nei due casi.

Esercizio 5. Dare la definizione di processo stocastico e discuterne le proprietà nel caso esso sia stazionario. Discutere alcuni andamenti tipici della funzione di autocorrelazione nel caso di processo stazionario in senso lato, indicando nei vari casi andamenti tipici delle funzioni campione.

Esercizio 6. Date due sequenze x e y lunghe rispettivamente 9 e 12 campioni, si vuole calcolare la convoluzione lineare tramite la convoluzione circolare. Dire qual è il periodo della sequenza ottenuta dalla convoluzione circolare.

- A. 12 campioni
 B. 20 campioni
 C. 21 campioni
 D. 22 campioni

Si indichi quale è la risoluzione in frequenza ottenibile dalla TDF della sequenza $y[n]$ ottenuta in uscita ad un sistema al cui ingresso viene posto una sequenza $x[n]$ con 22 campioni e $dt=0.2$. Il sistema in oggetto possiede una risposta impulsiva finita, lunga 15 punti, ed ha una caratteristica di tipo passa basso con frequenza di taglio 1Hz.

$$N_{in}=22 \quad N_{out}=22+15-1=36$$

$$da\ cui\ si\ ricava\ df_{out}=1/(N_{out}*dt) = 1/(36*0.2)=0.1389\ Hz$$

Le caratteristiche passa basso del sistema non incidono sulla taratura dell'asse frequenziale in uscita.

Dato un sistema lineare e tempo invariante al cui ingresso è presente il segnale $s(t) = 2\cos(\pi t)$ indicare quale tra i seguenti segnali non può essere un'uscita di tale sistema

- A. $s(t) = 2e^{-j(\pi t)}$
 B. $s(t) = 2\cos(2\pi t)$
 C. $s(t) = 8\cos(\pi t)$

Essendo il sistema LTI le autofunzioni sono del tipo $e^{j2\pi ft}$. Non è possibile che in uscita siano presenti componenti frequenziali che non sono presenti in ingresso. Da qui la soluzione indicata

Si considerino il sistema caratterizzato dalla seguente trasformazione ingresso uscita, applicata al segnale di ingresso $x(t)$: $y(t) = \sqrt{t_0}x(t+t_0^2) + \sin(t)$ con t_0 costante. Si dica se tale sistema è:

- A. lineare e tempo variante
 B. lineare e tempo invariante
 C. non lineare e tempo invariante
 D. non lineare e tempo variante

Esercizio 7. Si consideri il modello di regressione lineare che lega una variabile dipendente y ad una indipendente x .

I. Il modello di regressione assume che la retta di regressione in ogni punto sia pari a

- A. $E(x|y)$
 B. $E(y)$
 C. $E(y|x)$
 D. $E\left(\frac{y}{x}\right)$

II. Considerando e_i l'errore delle misura i -esima rispetto al modello, i parametri della regressione sono tali da minimizzare

- A. $\sum_i e_i$
 B. $\sum_i e_i^2$
 C. $\left(\sum_i |e_i|\right)^2$
 D. $\left(\sum_i e_i\right)^2$

III. Si dica quali tra le seguenti espressioni descrive correttamente il legame tra il coefficiente angolare della retta, b , e il coefficiente di correlazione ρ tra la variabile dipendente e quella indipendente. Con σ_x e σ_y si indicano le deviazioni standard delle variabili indipendente e dipendente rispettivamente.

- A. $b = \frac{\sigma_y}{\sigma_x}$
 B. $b = \rho \frac{\sigma_y}{\sigma_x}$
 C. $b = \rho$
 D. $b = \frac{\rho}{\sigma_x^2}$
 E. $b = \rho \frac{\sigma_x}{\sigma_y}$

IV. Supposte verificate le ipotesi per la validità del modello di regressione, e detta $\sigma = 1$ la deviazione standard dell'errore, dire per quali di questi intervalli la probabilità che l'errore sia in essi contenuto è pari a 0.5

- A. $\left(-\frac{\sigma}{2}, +\frac{\sigma}{2}\right)$
 B. $(-\infty, 0)$
 C. $(0, 0.5)$
 D. $(0, +2\sigma)$