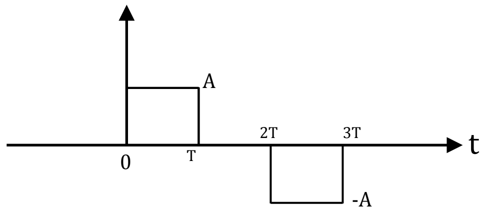
Esercizio 1 (12 punti) Si consideri il segnale s(t) in figura e se ne calcoli la Trasformata Continua di Fourier.
A vale 2 V e T è paria a 1 s.



Si consideri il segnale periodico ottenuto in questo modo

$s1(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} s(t - k4T)$

Farne il grafico rispetto al tempo e, dopo aver indicato il valore della frequenza fondamentale, discutere l'andamento dei coefficienti dello Sviluppo in Serie di Fourier. In questo caso si chiede di discutere qualitativamente l'andamento atteso in frequenza (simmetrie, proprietà dello spettro, andamento del modulo dei coefficienti).

Considerare il segnale $s2(t) = |s1(t)|$ e farne il grafico.

Si chiede di individuare eventuali differenze tra lo spettro di s1 e quello di s2 relativamente all'andamento del modulo dei coefficienti, alla valore della frequenza fondamentale e delle armoniche, o alla comparsa di eventuali componenti frequenziali non presenti in s1(t).

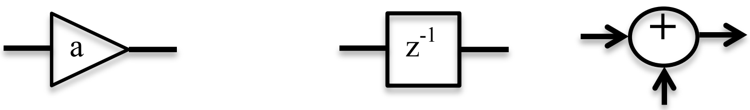
Inoltre si chiede di calcolare i coefficienti dello Sviluppo in Serie di Fourier di s2(t) e di farne il grafico per valori di n pari a (-4 -3,-2,-1, 0, 1, 2, 3 4)

Esercizio 2 (12 punti) Si consideri il sistema tempo discreto regolato dalla seguente equazione alle differenze

$y[n] = x[n] - bx[n-1] + x[n-2]$

con *b* costante positiva reale.

Utilizzando i seguenti elementi realizzare lo schema a blocchi del circuito



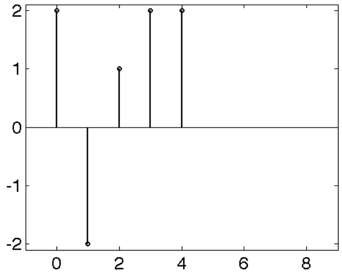
Si faccia il grafico della risposta impulsiva del sistema.

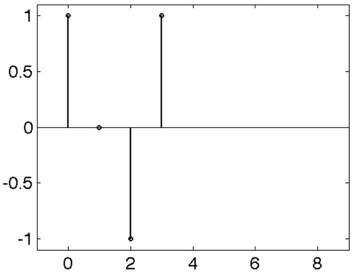
Si consideri $b = \sqrt{2}$ e si calcolino i poli e gli zeri della funzione di trasferimento del sistema.

Si calcoli la risposta in frequenza e se ne faccia il grafico del modulo in funzione della frequenza normalizzata.

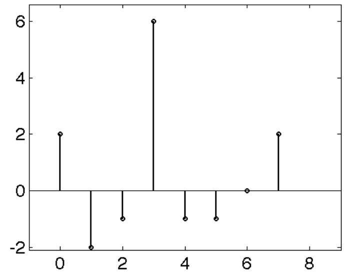
Si indichino i passi necessari per stimare la risposta in frequenza del sistema utilizzando la TDF. Si vuole ottenere una risoluzione pari a 0.1 Hz (si consideri il passo temporale T=0.5 s).

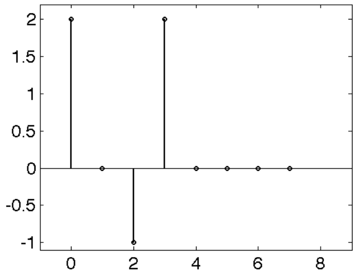
Esercizio 3 (6 punti) Si considerino le sequenze nelle seguenti figure

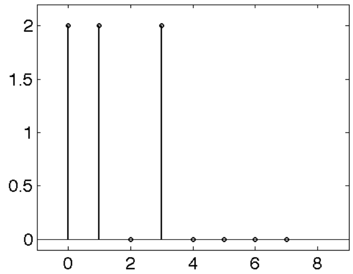

x[n]

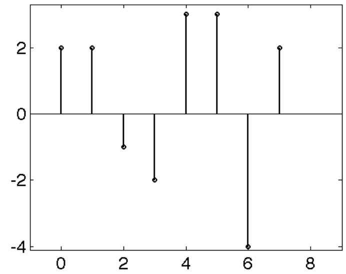

y[n]

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


A. ☐


B. ☐


C. ☐


D. ☐

Si consideri il seguente segnale periodico $s(t) = 1 + sin\left(\frac{\pi}{3}t\right) + sin\left(\frac{\pi}{4}t\right)$, se volessimo campionare correttamente il segnale quale sarebbe il massimo passo di campionamento utilizzabile?

A. ☐ 2 s B. ☐ 3 s C. ☐ 4 s D. ☐ 12 s

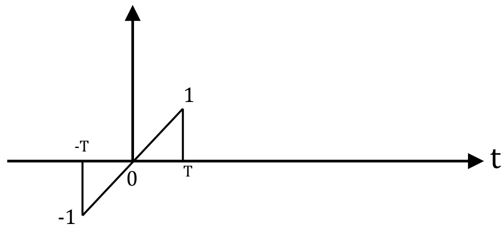
Sia dato un segnale con banda compresa tra 27 e 35 Hz si indichi qual è la minima frequenza di campionamento utilizzabile

A. ☐ 35 Hz B. ☐ 70 Hz C. ☐ 16 Hz D. ☐ 17.5 Hz

Si consideri un segnale formato da due componenti sinusoidali a 7.8 e 8 Hz rispettivamente. Si supponga di poter campionare il segnale ad una frequenza di 100 Hz. Supponendo di volere fare un'analisi in frequenza di un segmento del segnale campionato in modo che le due componenti siano distinguibili nello spettro di ampiezza, quali delle seguenti operazioni è corretta?

A. ☐ eseguo la TDF di un segmento del segnale pari ad 1 secondo al quale applico uno zero padding
B. ☐ eseguo la TDF di un segmento del segnale lungo 20 secondi
C. ☐ eseguo la TDF di un segmento di lunghezza pari a 20 campioni al quale applico uno zero padding
D. ☐ eseguo la TDF di un segmento del segnale lungo 2 secondi

Esercizio 1 (12 punti) Si consideri il segnale s(t) in figura e se ne calcoli la Trasformata Continua di Fourier.
T è pari a 1 s.
Si consiglia di sfruttare le proprietà della Trasformata per risolvere il problema, dopo aver trasformato il segnale in modo che la TCF sia ottenibile utilizzando trasformate notevoli.



Si consideri il segnale periodico ottenuto in questo modo

$s1(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} s(t - k2T)$

Farne il grafico rispetto al tempo e, dopo aver indicato il valore della frequenza fondamentale, discutere l'andamento dei coefficienti dello Sviluppo in Serie di Fourier. In questo caso si chiede di discutere qualitativamente l'andamento atteso in frequenza (simmetrie, proprietà dello spettro, andamento del modulo dei coefficienti, valori della frequenza in corrispondenza dei quali sono collocati i coefficienti dello Sviluppo).

Si chiede inoltre di utilizzare la relazione tra la TCF e lo Sviluppo in Serie e di fornire il valore dei coefficienti dello sviluppo in funzione di n.

Infine fare il grafico nel tempo del segnale ricostruito utilizzando solo i coefficienti per n=1 e n=-1.

Esercizio 2 (12 punti) Si consideri il segnale tempo continuo $y(t) = sin(16\pi t)$.

- Si disegni il grafico della sequenza periodica $y[n]$, ottenuta campionando il segnale al doppio della frequenza di Nyquist. Tarare le ascisse in funzione di n e indicare anche in secondi il tempo corrispondente.

- Determinare i coefficienti della TDF della sequenza e farne il grafico modulo e fase, centrando i coefficienti rispetto a f=0. Tarare il grafico in funzione della frequenza (in Hz).

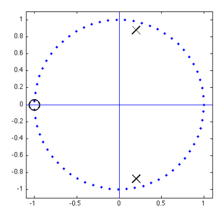
Considerare la sequenza finita $z[n]$ ottenuta osservando $y[n]$ per un periodo (definiamo N_0 il numero di campioni nel periodo) a partire da n=0. Questa operazione può essere vista come la moltiplicazione nel tempo della sequenza periodica per una finestra, ovvero un impulso rettangolare, di lunghezza pari a N_0 campioni.

- Calcolare la Trasformata di Fourier di $z[n]$ a partire dalle trasformate delle due sequenze, $y[n]$ e la finestra rettangolare, e farne il grafico del modulo. Si faccia attenzione a indicare le frequenze in corrispondenza delle quali si ottiene il valore massimo della Trasformata e quelle frequenze in corrispondenza delle quali il modulo si annulla.

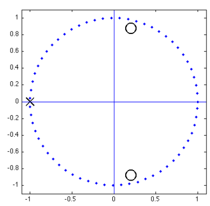
Esercizio 3 (punti 6).
Dato il sistema tempo discreto descritto dalla seguente equazione alle differenze

y[n]=x[n-2]- x[n-3]+0.4y[n-1]-0.81y[n-2]

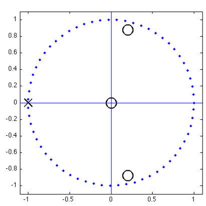
si dica quali dei seguenti grafici rappresenta la posizione dei poli e degli zeri della funzione di trasferimento del filtro nel piano di Gauss (con "o" si indicano gli zeri, con "x" i poli)



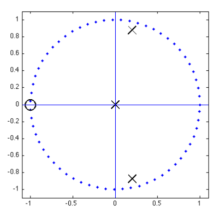
A.☐



B.☐



C.☐



D.☐

(continua dietro)

Si consideri un sistema con risposta impulsiva in figura 1. Si indichi quali dei seguenti grafici poli/zeri è compatibile con tale sistema

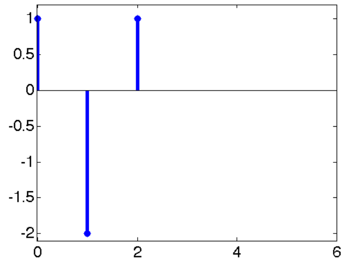
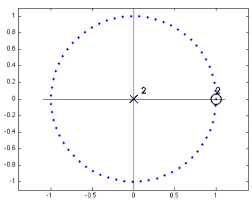
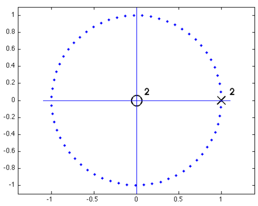


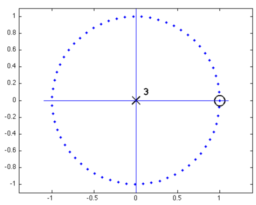
Fig. 1



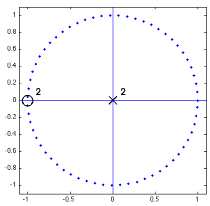
A.☐



B. ☐



C. ☐



D. ☐

Si consideri la sequenza in figura 1. L'unità delle ascisse è il secondo.

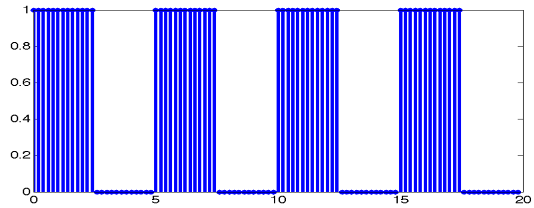


fig1

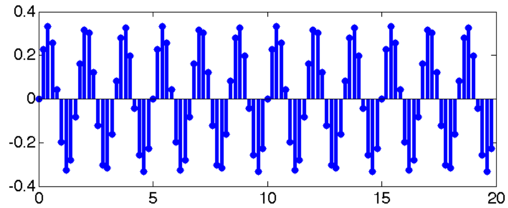


fig2

In fig 2 è presente la sequenza di fig1 filtrata. Dire quale tipo di filtro lineare potrebbe essere stato usato per ottenerla

A.☐ passa basso
B. ☐ passa alto
C. ☐ passa banda
C. ☐ non può essere ottenuta tramite un filtro lineare visto la componente di fig2 non può essere compresa tra quelle che compongono il segnale in fig1

ASB 20/02/12 (270) test #2

Esercizio 1 (12 punti) Si consideri il segnale $s(t) = \sin\left(30\pi t + \frac{\pi}{3}\right)$ e se ne calcoli lo sviluppo in serie di Fourier. Rappresentarlo inoltre in modulo e fase in funzione di *n* ma anche specificando il valore delle frequenza in Hz.

Si consideri il sistema regolato dalla seguente trasformazione ingresso-uscita: $y(t) = x^2(t)$.
Si consideri il segnale in uscita al sistema quando in ingresso è presente *s*(*t*). Se ne faccia il grafico nel tempo.

Si rappresenti lo sviluppo in serie di Fourier di tale segnale in modulo e fase.

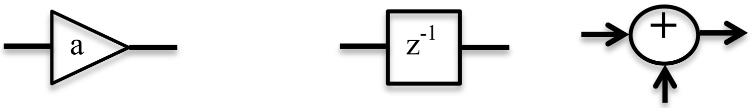
Si confronti tale risultato con quello ottenuto per *s*(*t*) e si discutano le differenze anche alla luce delle proprietà dei sistemi lineari e non.

Per lo svolgimento potrebbe essere utile la relazione $\boldsymbol{cos(2x) = 1 - 2\,sin^2(x)}$

Esercizio 2 (12 punti) Si consideri il sistema tempo discreto regolato dalla seguente equazione alle differenze

$$y[n] = -x[n] + 2x[n-1] - x[n-2] - 0.8y[n-1]$$

Utilizzando i seguenti elementi realizzare lo schema a blocchi del circuito



Si faccia il grafico della risposta impulsiva del sistema per n compreso tra 0 e 5. Si considerino, a tal fine, nulle le condizioni iniziali.

Si calcolino i poli e gli zeri della funzione di trasferimento del sistema.

Si calcoli la risposta in frequenza e se ne faccia il grafico del modulo in funzione della frequenza normalizzata.

Si indichi se il sistema è di tipo FIR o IIR e che tipo di operazione svolge sul segnale in ingresso (passa basso, passa alto, passa banda etc)

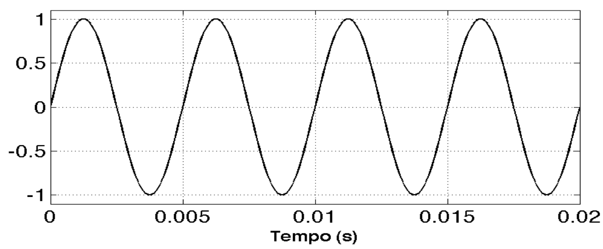
Esercizio 3 (6 punti) Si consideri il seguente segnale $s(t) = x(t) * \sin(2\pi f_0 t)$, con *x*(*t*) segnale reale con banda compresa tra 0 e 10 kHz e f_0= 100 kHz. Si indichi la banda del segnale *s*(*t*) (si considerano solo le frequenze positive)

A. ☐ 90-110 kHz B. ☐ 0-100 kHz C. ☐ 100-110 kHz D. ☐ 95-105 kHz

Sia dato un segnale con banda compresa tra 86 e 110 Hz si indichi quale delle seguenti risposte indica correttamente la scelta della frequenza di campionamento

A. ☐ $f_c = 48Hz$ B. ☐ $f_c \geq 48Hz$ C. ☐ $f_c \geq 55Hz$ D. ☐ $f_c = 55Hz$

Si consideri il seguente segnale periodico (ne viene rappresentato un segmento)



Se volessimo campionare correttamente il segnale qual é il numero minimo di campioni al secondo necessario?

A. ☐0.01 B. ☐ 400 C. ☐ 0.02 D. ☐ 200

Si consideri il segnale a tempo continuo $s(t) = rect\left(\frac{t}{T}\right)$ con *T*=8 s. Supponendo di voler campionare il segnale con passo di campionamento pari a T_c, si dica quali tra le seguenti affermazioni è corretta

A. ☐ per evitare l'aliasing è possibile utilizzare un tempo di campionamento pari a 4 s
B. ☐ non esiste alcun valore di T_c che permetta di evitare il fenomeno dell'aliasing
C. ☐ per evitare l'aliasing è necessario utilizzare un tempo di campionamento inferiore a 0.125 s

ASB 12/06/12 (270)

Esercizio 1 (12 punti) Si consideri il segnale s(t) dato dalla seguente equazione

$$s(t) = \begin{cases} sin\left(\frac{2\pi t}{10}\right) \text{ per } 0 \le t \le 5 \\ 0 \text{ altrove} \end{cases}$$

se ne faccia il grafico nel tempo e se ne calcoli la Trasformata Continua di Fourier. Si consiglia di calcolare tale TCF a partire da quella della funzione sinusoidale.

Si consideri il segnale periodico ottenuto in questo modo

$$s1(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} s(t - k10)$$

Farne il grafico rispetto al tempo.

Utilizzare la relazione tra la TCF e lo Sviluppo in Serie e fornire il valore dei coefficienti dello sviluppo in funzione di n.

Fare il grafico modulo e fase dei coefficienti per n=0,+1,-1,+2,-2,+3,-3

Utilizzare l'equazione di sintesi e ricostruire il segnale utilizzando solo le componenti per n=0 1 e -1. Sovrapporre il grafico del segnale ricostruito a quello del segnale s1(t)

Esercizio 2 (12 punti) Discutere i passi necessari alla progettazione di un filtro FIR con il metodo delle Finestre.

Dire quali sono i vantaggi e gli svantaggi nell'utilizzo di una finestra rettangolare e quali altre finestre possono essere utilizzate e perché.

Indicare i parametri utilizzabili per descrivere le differenze tra le diverse finestre.

Determinare la risposta impulsiva ideale per un filtro con banda passante tra fc/4 e fc/3.

Esercizio 3 (punti 6).

Si consideri il segnale reale con banda compresa tra 14 e 18 Hz dire qual è la frequenza di campionamento utilizzabile secondo il campionamento di tipo passa banda.

A. ☐ 36 B. ☐ 8 C. ☐ 9 D. ☐ 18

Si consideri il seguente segnale periodico $s(t) = 1 + sin\left(\frac{\pi}{3}t\right) + sin\left(\frac{\pi}{4}t\right)$, se volessimo campionare correttamente il segnale quale sarebbe il massimo passo di campionamento utilizzabile?

A. ☐ 3 s B. ☐ 4 s C. ☐ 6 s D. ☐ 2 s

Si consideri la sequenza in figura 1. L'unità delle ascisse è il secondo.

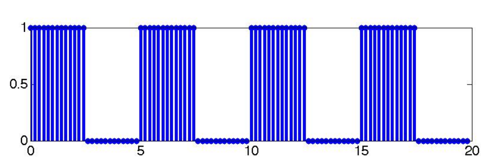


fig1

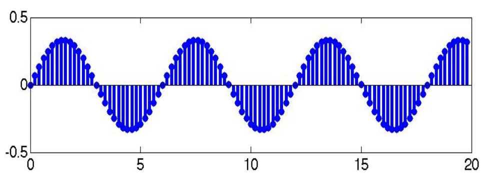


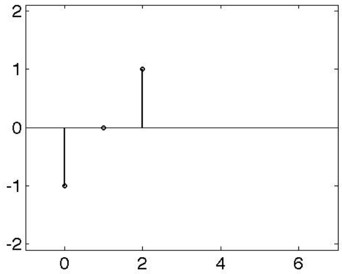
fig2

In fig 2 è presente la sequenza di fig1 filtrata. Dire quale tipo di filtro lineare potrebbe essere stato usato per ottenerla

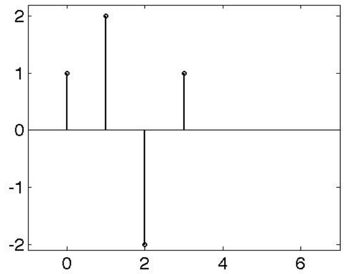
A. ☐ passa basso
B. ☐ passa alto
C. ☐ passa banda
C. ☐ non può essere ottenuta tramite un filtro lineare visto la componente di fig2 non può essere compresa tra quelle che compongono il segnale in fig1

(continua dietro)

Si considerino le sequenze nelle seguenti figure

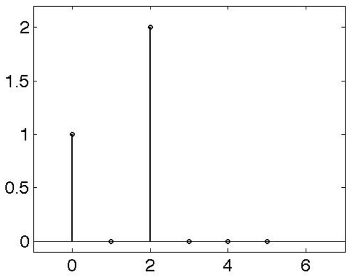


x[n]

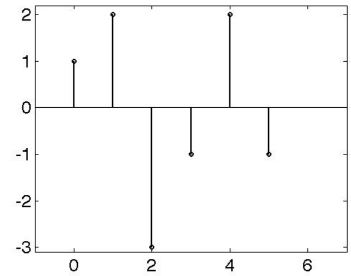


y[n]

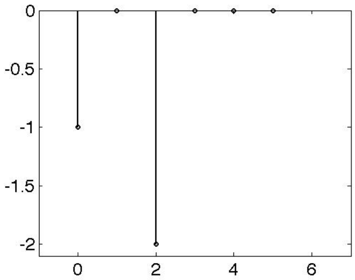
I. Dire quale tra le seguenti è la convoluzione tra x[n] e y[n]



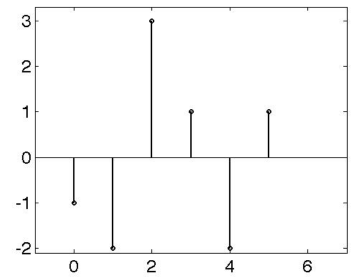
A.☐



B.☐



C.☐



D.☐

ASB 270 04/07/12. Esercizio 1(12 punti) Si considerino i seguenti segnali a tempo continuo

$s_1(t) = cos(10\pi t)$ e $s_2(t) = |cos(10\pi t)|$

Fare il grafico dei due segnali nel dominio del tempo

Discutere comparativamente il contenuto frequenziale dei due segnali.
Rispondere ai seguenti quesiti:
- quante componenti frequenziali sono necessarie per descrivere i segnali?
- quali sono le componenti frequenziali necessarie per descrivere i segnali?
- in quali modi è possibile determinare il contenuto frequenziale dei due segnali? In particolare si dica se e come potrebbe essere sfruttato il legame tra TCF e Serie di Fourier per determinare il contenuto frequenziale del segnale $s_2(t)$.

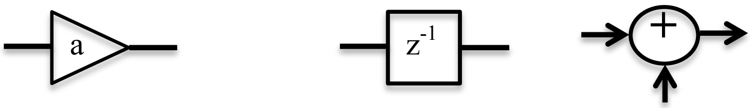
Sovrapporre al grafico del segnale del tempo $s_2(t)$ il segnale ottenuto dall'equazione di sintesi considerando solo le possibili componenti corrispondenti a n=0, n=+1 e n=-1. Per la risoluzione di questo punto è richiesto un approccio quantitativo.

Esercizio 2 (12 punti) Si consideri il sistema tempo discreto regolato dalla seguente equazione alle differenze

$y[n] = x[n] - bx[n - N]$

con b=1 e N costante intera.

Utilizzando i seguenti elementi realizzare lo schema a blocchi del circuito



Si faccia il grafico della risposta impulsiva del sistema.

Si calcoli la risposta in frequenza per $N=2$ e se ne faccia il grafico del modulo e della fase in funzione della frequenza normalizzata.

Studiare il comportamento della risposta in frequenza del sistema al variare di N.

Impostare i valori di b e/o N in modo che il comportamento del sistema sia di tipo passa basso.

Esercizio 3 (6 Punti)
Si consideri il segnale $s(t) = \sum_{k=-\infty}^{k=+\infty} rect(t - 10) + \sum_{h=-\infty}^{h=+\infty} S_h\, e^{j2\pi t/4}$. Si dica qual è il periodo del segnale.
A. ☐ 4s B. ☐ 10 s C. ☐ 20 s

Si consideri il segnale reale con banda compresa tra 78 e 100 Hz dire qual è la frequenza di campionamento utilizzabile secondo il campionamento di tipo passa banda.
A. ☐ 44 B. ☐ 50 C. ☐ 200 D. ☐ 100

Si consideri il seguente segnale periodico $s(t) = 1 + sin\left(\frac{\pi}{6}t\right) + sin\left(\frac{\pi}{7}t\right)$, se volessimo campionare correttamente il segnale quale sarebbe il massimo passo di campionamento utilizzabile?
A. ☐ 6 s B. ☐ 6 s C. ☐ 41 s D. ☐ 0.5 s

Si consideri una sequenza del tipo $x[n] = [u[n] - u[n-8]] \otimes \sum_{k=-\infty}^{+\infty} \delta[n - k8]$ .Quale di queste affermazioni è vera:

A. ☐ la TDF della sequenza, in un periodo, ha 7 campioni diversi da zero
B. ☐ la TDF della sequenza, in un periodo, possiede 8 campioni diversi da zero centrati in k/8 (frequenza normalizzata)
C. ☐ la TDF della sequenza, in un periodo, ha 1 campione diverso da zero

Esercizio 2 (12 punti) Si consideri il segnale tempo continuo dato da

$$s(t) = cos(10\pi t) rect\left(\frac{t}{0.1}\right)$$

Si supponga di volerlo campionare con un tempo di campionamento pari a T.

Dire se l'operazione implichi la nascita di problemi di aliasing. In caso positivo, specificare perché insorgono tali problemi e come sia possibile ridurli o evitarli.

Fare il grafico della sequenza *s[n]* ottenuta campionando *s(t)* con T=0.025s a partire da t= -0.05s.

Descrivere i passi necessari per stimare la TF della sequenza in oggetto utilizzando la TDF
Dopo avere introdotto dal punto di vista teorico tale relazione, determinare quantitativamente il valore delle stime della TF della sequenza.
Spiegare infine come questi campioni siano legati al valore della Trasformata Continua di Fourier del segnale di partenza.

Esercizio 2(12 punti) Si consideri il sistema LTI con risposta in frequenza data da

$$H(f) = \frac{1}{j2\pi f}$$

- Si rappresentino modulo e fase di tale risposta.
- Si dica se e per quali segnali, limitati in ampiezza, l'uscita di tale sistema risulti invece non limitata
- Si stimi l'uscita nel tempo del sistema quando in ingresso si presenta il segnale

$$s(t) = rect\left(\frac{t+T/2}{T}\right) - rect\left(\frac{t-T/2}{T}\right)$$

Per la soluzione di questo punto si consiglia di ricavare la trasformazione che lega ingresso uscita nel dominio del tempo y(t)=T[x(t)]

Al sistema viene mandato in ingresso il segnale $s(t) = cos(10\pi t) + sin(15\pi t)$

- Si calcoli il valore dell'uscita *y(t)* in corrispondenza dell'ingresso *s(t)*
- Si rappresentino modulo e fase delle trasformate dei segnali in ingresso e in uscita *s(t)* e *y(t)* rispettivamente e si leghino alla trasformata del sistema H(f)

Esercizio 3(6 punti). Si consideri il segnale periodico a tempo continuo

$$s(t) = -0.5 + \sum_{k=-\infty}^{k=+\infty} rect\left(\frac{t-k20}{10}\right)$$

Dire qual è il valore della frequenza fondamentale
A.☐ 0.05 B.☐ 0 C.☐ 0.1

Dire qual è l'ampiezza del coefficiente dello Sviluppo in Serie di Fourier per n=0
A.☐ -0.5 B.☐ 0 C.☐ 1

Dire qual è il valore della frequenza della seconda armonica con ampiezza diversa da zero
A.☐ 0.25 B.☐ 0.15 C.☐ 0.5 D.☐ 0.1

Dire quali sono i valori possibili della fase dei coefficienti S_n per il segnale dato
A.☐ la fase di S_n può assumere tutti i valori tra $-\pi$ e π B.☐ 0 C.☐ $0, \pi, -\pi$

Esercizio 1 (12 punti) Si consideri il segnale tempo continuo dato da

$$s(t) = \begin{cases} t/2 & per\ 0 \leq t < 2 \\ 2 - t/2 & per\ 2 \leq t < 4 \\ 0 & altrove \end{cases}$$

Si faccia il grafico nel tempo e se ne calcoli la TCF.

Si supponga di volere campionare il segnale con un tempo di campionamento pari a T=1 s.

Fare il grafico della sequenza *s[n]* ottenuta campionando *s(t)* con T=1s nell'intervallo t= 0s t=4s.
Stimare la TF della sequenza e farne il grafico.

Indicare qual è il legame tra la TF della sequenza e la TCF del segnale di partenza.

Descrivere i passi necessari per stimare la TF della sequenza in oggetto utilizzando la TDF. Dopo avere introdotto dal punto di vista teorico tale relazione, determinare quantitativamente il valore delle stime della TF della sequenza.

Partendo dall'equazione dell'antitrasformata discreta di Fourier discutere il contributo delle diverse componenti trovate nel dominio del tempo. Fare il grafico del segnale antitrasformato utilizzando solo le componenti per k=0, k=1 e k=-1.

Esercizio 2(12 punti) Si consideri il sistema LTI con risposta impulsiva

$$h(t) = e^{-\alpha t} sin\,(20\pi t) u(t)$$

Si faccia una rappresentazione nel tempo di tale risposta.

- Si calcoli l'uscita al sistema quando in ingresso è presente il segnale $s(t) = \delta(t) - \delta(t-5)$
- Si calcoli l'uscita al sistema quando in ingresso è presente il segnale $s(t) = \sin(30\pi t) + cos\,(20\pi t) + 2$

Indicare la tipologia del sistema in termini di risposta in frequenza (passa basso, passa alto o di altro tipo), motivando la risposta.

Esercizio 3 (6 punti).

Dato il sistema tempo discreto descritto dalla seguente equazione alle differenze

y[n]=x[n]+2.05x[n-1]+x[n-2]

si dica di che tipo di filtro si tratta

A.☐ FIR, passa basso   B. ☐FIR, passa alto   C. ☐ IIR, passa alto   D. ☐ IIR, passa basso

Si consideri un sistema con risposta impulsiva in figura 1. Si indichi quali dei seguenti grafici poli/zeri è compatibile con tale sistema

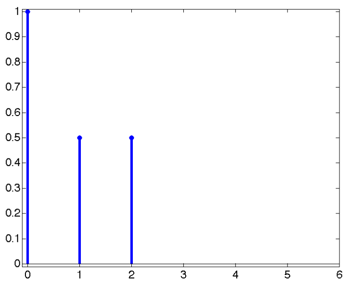
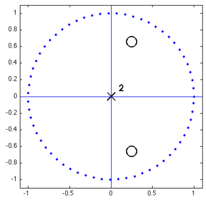
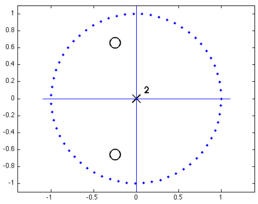
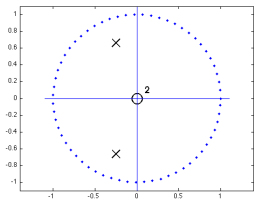
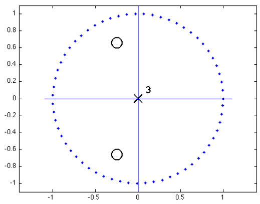


Fig. 1

A. ☐ B. ☐ C. ☐ D. ☐

Si consideri il segnale reale con banda compresa tra 15 e 19 Hz dire qual è la frequenza di campionamento utilizzabile secondo il campionamento di tipo passa banda.

A. ☐ 38 B. ☐ 8 C. ☐ 9.5 D. ☐ 19

Si consideri il seguente segnale periodico $s(t) = 1 + sin\left(\frac{\pi}{4}t\right) + sin\left(\frac{\pi}{5}t\right)$, se volessimo campionare correttamente il segnale quale sarebbe il massimo passo di campionamento utilizzabile?

A. ☐ 5 s B. ☐ 4 s C. ☐ 2 s D. ☐ 20 s