# 16 Luglio 2010
# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 0 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**Esercizio 2.** **(Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**B)** Nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 0$

**D)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T\int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T\int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T\int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 4.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

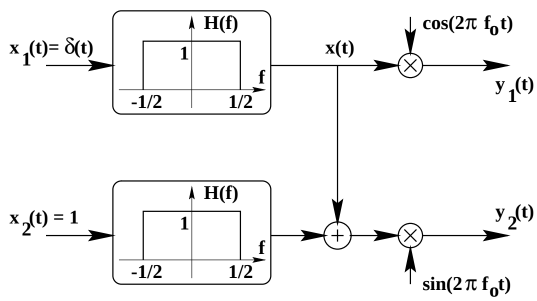


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**B)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**C)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**D)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) = \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**E)** La funzione di autocorrelazione di $x(t)$ vale $R_x(\tau) \neq \frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**Esercizio 5.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(e^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad\qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(e^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**Esercizio 6.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a+|t|)^2$

**C)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**Esercizio 7.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \cos(2\pi f_0 t)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

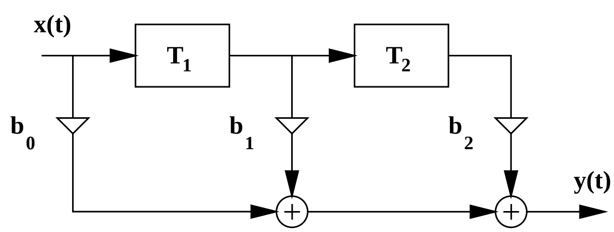


Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** nessuno degli altri insiemi di valori

**B)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**C)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**D)** $T_1 = 1/(2f_0), T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 1, b_0 = b_2 = 1/2$

**E)** $T_1 = 2/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = 0, b_0 = -1, b_2 = 1$

**Esercizio 8. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-e^{-j\pi/N}} e^{j\frac{2\pi}{N}n}$.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**C)** Si ha $\mathrm{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 1 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi/N}}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n}$.

**B)** Si ha $\mathrm{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**Esercizio 2. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**B)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

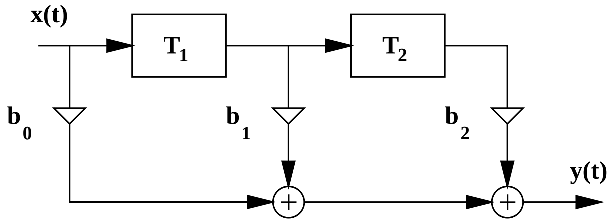

Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

**C)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**D)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**E)** nessuno degli altri insiemi di valori

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**Esercizio 4.** **(Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \cos\frac{\pi n}{2} + \cos\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{4}$

**B)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{2}$

**C)** $y[n] = 0$

**D)** Nessuna delle altre risposte

**Esercizio 5.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 6.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**Esercizio 7.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a} p_a(x) u(t) + \frac{1}{2a} p_{2a}(x) u(-t)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = u(t)$

**B)** $m_x(t) = 1 + 2tu(t)$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3} a^2 [1 + 2u(t)]$

**C)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3} a^2$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12} a^2 [1 + 3u(-t)]$

**Esercizio 8.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti affermazioni è corretta.

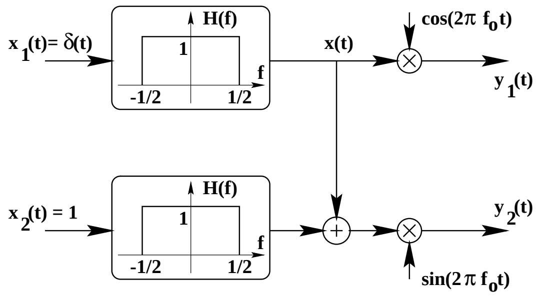


Figura 2: Sistema

**A)** Lo spettro di energia $\mathcal{S}_x(f) \neq H(f)$

**B)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**C)** L'energia $\mathcal{E}(x) \neq 1/2$

**D)** La funzione di autocorrelazione $\Phi_{y_2}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)$

**E)** L'energia di $y_2(t)$ è finita

# 16 Luglio 2010
# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 2 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**Esercizio 2.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a+|t|)^2$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**D)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + \sin(2\pi f_0 t + \pi/3)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

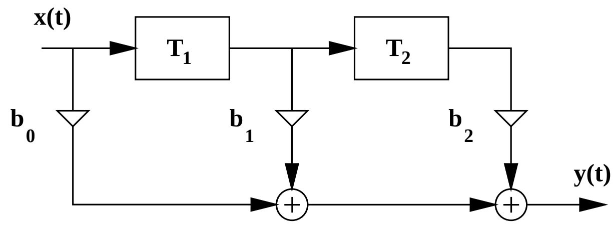


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**B)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 3T_1, b_0 = 1/3, b_1 = 1/6, b_2 = -1/2$

**C)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 0, b_0 = b_2 = 1/2$

**D)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**E)** nessuno degli altri insiemi di valori

**Esercizio 4.** **(Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**B)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-e^{-j\pi/N}} e^{j\frac{2\pi}{N}n}$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**Esercizio 5.** **(Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \cos\frac{\pi n}{2} + \cos\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 0$

**B)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{2}$

**C)** Nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{4}$

**Esercizio 6.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

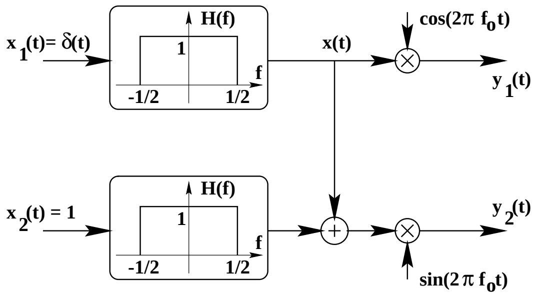


Figura 2: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1$

**B)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) \neq \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**C)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**D)** La funzione di autocorrelazione $R_{y_1}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)\frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**E)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**Esercizio 7.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(e^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(e^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**Esercizio 8.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 3 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 2.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \sin(2\pi f_1 t + \pi/4)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

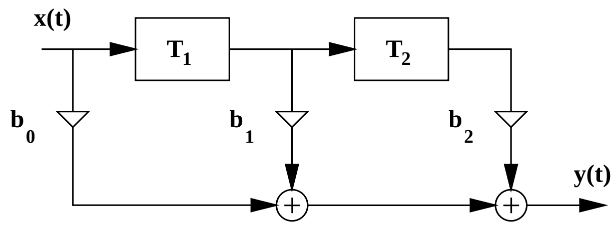


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**B)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**C)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**D)** nessuno degli altri insiemi di valori

**E)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_0 = 1/2, b_1 = 1/2, b_2 = 1$

**Esercizio 4.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**B)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**Esercizio 5.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

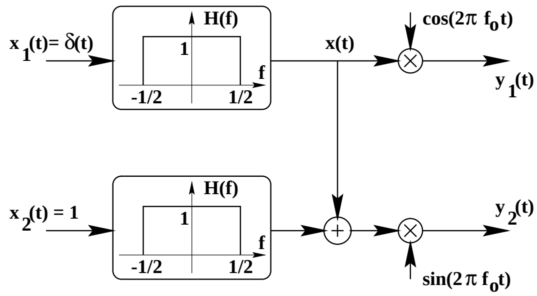

Figura 2: Sistema

**B)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) = \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**C)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**D)** La funzione di autocorrelazione di $x(t)$ vale $R_x(\tau) \neq \frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**E)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**Esercizio 6. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi/N}}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n}$.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**D)** Si ha $\text{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**Esercizio 7. (Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a + |t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a + |t|)^2$

**C)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**Esercizio 8. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-6]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{3} + \sin\frac{\pi n}{6}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{6}$

**B)** $y[n] = 0$

**C)** Nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{3}$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 4 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \cos(2\pi f_0 t)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

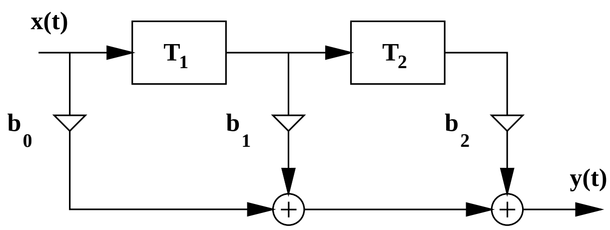


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 2/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = 0, b_0 = -1, b_2 = 1$

**B)** $T_1 = 1/(2f_0), T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 1, b_0 = b_2 = 1/2$

**C)** nessuno degli altri insiemi di valori

**D)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**E)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**Esercizio 2.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a+|t|)^2$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**D)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**Esercizio 3.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad\qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1-\mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1-\mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f}-1)$

**Esercizio 4.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**Esercizio 5.** **(Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $\text{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**D)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-e^{-j\pi/N}} e^{j\frac{2\pi}{N}n}$.

**Esercizio 6. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**B)** Nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**D)** $y[n] = 0$

**Esercizio 7. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

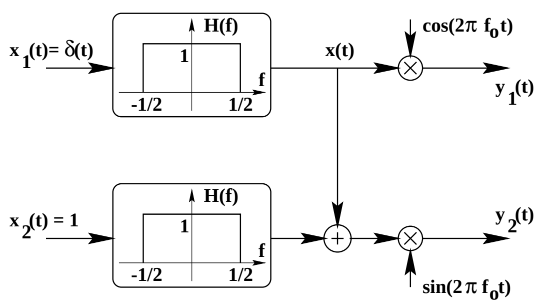


Figura 2: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**B)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**C)** La potenza $\mathcal{P}(y_2) = 1/2$

**D)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**E)** Lo spettro $\mathcal{S}_{y_1}(f) \neq \frac{1}{4}H(f-f_0) + \frac{1}{4}H(f+f_0)$

**Esercizio 8.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 5 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_{0}^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_{0}^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_{0}^{1/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 2. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**Esercizio 3.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**B)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}\left(a+|t|\right)^2$

**D)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**Esercizio 4.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

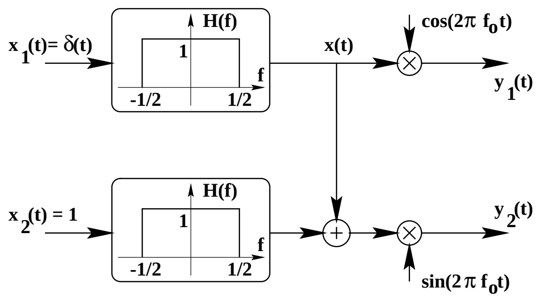

Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**B)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**C)** La funzione di autocorrelazione di $x(t)$ vale $R_x(\tau) \neq \frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**D)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) = \frac{1}{4}\delta(f-f_0) + \frac{1}{4}\delta(f+f_0)$

**E)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**Esercizio 5.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \sin(2\pi f_1 t + \pi/4)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

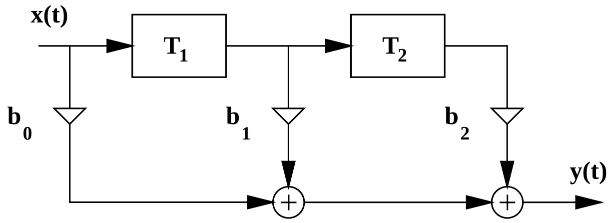

Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

**A)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**B)** nessuno degli altri insiemi di valori

**C)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**D)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**E)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_0 = 1/2, b_1 = 1/2, b_2 = 1$

**Esercizio 6.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**Esercizio 7.** **(Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi/N}}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n}$.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**C)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**Esercizio 8. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-6]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{3} + \sin\frac{\pi n}{6}$$

vale

**A)** Nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{6}$

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{3}$

**D)** $y[n] = 0$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 6 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

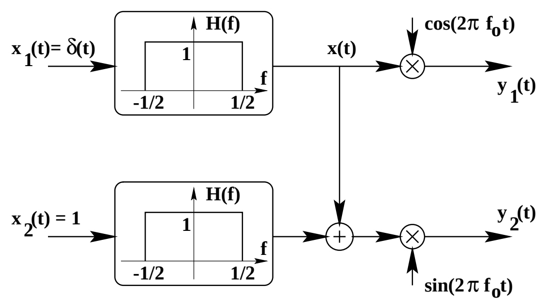


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**B)** La funzione di autocorrelazione di $x(t)$ vale $R_x(\tau) \neq \frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**C)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) = \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**D)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**E)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**Esercizio 2.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

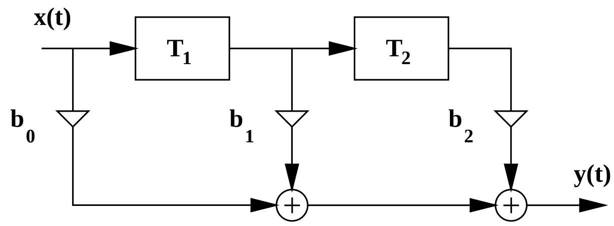


Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**B)** nessuno degli altri insiemi di valori

**C)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**D)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**E)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**B)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**Esercizio 4.** **(Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \cos\frac{\pi n}{2} + \cos\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{2}$

**B)** Nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{4}$

**D)** $y[n] = 0$

**Esercizio 5. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**B)** Si ha $\mathrm{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ non ha zeri sul cerchio unitario.

**Esercizio 6. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T\int_{0}^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T\int_{0}^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T\int_{0}^{1/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 7. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**Esercizio 8.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}\left(a + |t|\right)^2$

**B)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 7 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 2. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ non ha zeri sul cerchio unitario.

**C)** Si ha $\mathrm{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**Esercizio 3. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \cos\frac{\pi n}{2} + \cos\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{4}$

**B)** Nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{2}$

**D)** $y[n] = 0$

**Esercizio 4. (Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a}p_a(x)u(t) + \frac{1}{2a}p_{2a}(x)u(-t)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = u(t)$

**C)** $m_x(t) = 1 + 2tu(t)$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2[1 + 2u(t)]$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}a^2[1 + 3u(-t)]$

**Esercizio 5. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + \sin(2\pi f_0 t + \pi/3)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 3T_1, b_0 = 1/3, b_1 = 1/6, b_2 = -1/2$

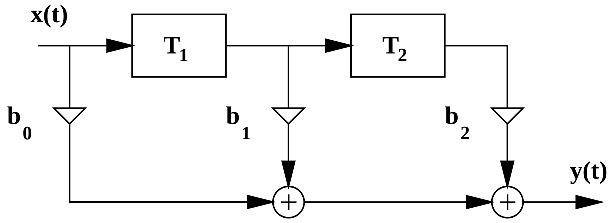


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

**B)** nessuno degli altri insiemi di valori

**C)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**D)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 0, b_0 = b_2 = 1/2$

**E)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**Esercizio 6. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

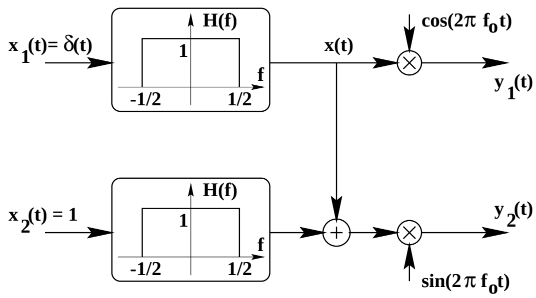


Figura 2: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**B)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) = \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**C)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**D)** La funzione di autocorrelazione di $x(t)$ vale $R_x(\tau) \neq \frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**E)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**Esercizio 7. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(e^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(e^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**Esercizio 8.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 8 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**C)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**Esercizio 2. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 0$

**B)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**D)** Nessuna delle altre risposte

**Esercizio 3.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a}p_a(x)u(t) + \frac{1}{2a}p_{2a}(x)u(-t)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1 + 2tu(t)$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2[1 + 2u(t)]$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = u(t)$

**C)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}a^2[1 + 3u(-t)]$

**Esercizio 4.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**Esercizio 5.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**B)** La funzione di autocorrelazione $R_{y_1}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0\tau)\frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**C)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) \neq \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**D)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1$

**E)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

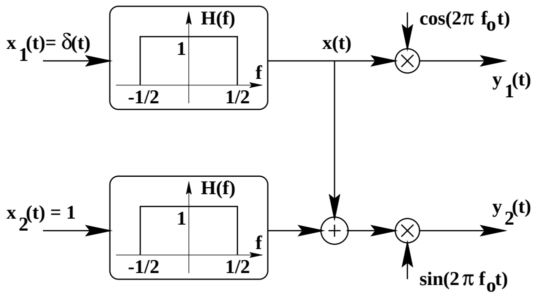


Figura 1: Sistema

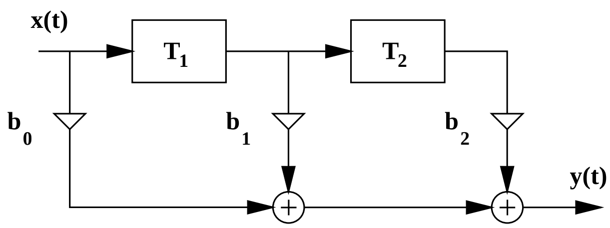


Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

**Esercizio 6.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**B)** nessuno degli altri insiemi di valori

**C)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**D)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**E)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**Esercizio 7.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 8. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**C)** Si ha $\mathrm{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = k/2N$ ($k$ intero qualsiasi).

**D)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 9 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

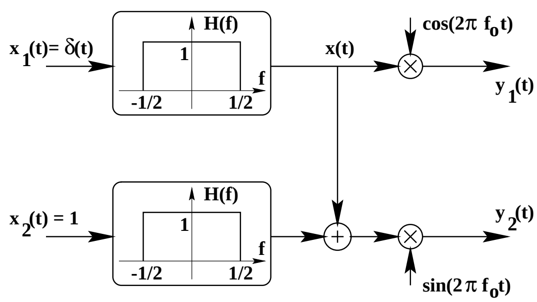


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**B)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**C)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**D)** La funzione di autocorrelazione di $x(t)$ vale $R_x(\tau) \neq \frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**E)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) = \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**Esercizio 2.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**B)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 4.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(e^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(e^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**Esercizio 5.** **(Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-6]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{3} + \sin\frac{\pi n}{6}$$

vale

**A)** Nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 0$

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{3}$

**D)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{6}$

**Esercizio 6. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = k/2N$ ($k$ intero qualsiasi).

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**C)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**Esercizio 7. (Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a}p_a(x)u(t) + \frac{1}{2a}p_{2a}(x)u(-t)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = u(t)$

**C)** $m_x(t) = 1 + 2tu(t)$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2[1 + 2u(t)]$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}a^2[1 + 3u(-t)]$

**Esercizio 8. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + \sin(2\pi f_0 t + \pi/3)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** nessuno degli altri insiemi di valori

**B)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**C)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 0, b_0 = b_2 = 1/2$

**D)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**E)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 3T_1, b_0 = 1/3, b_1 = 1/6, b_2 = -1/2$

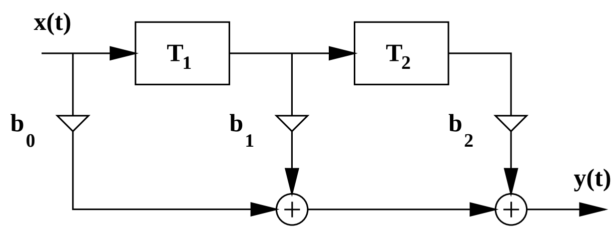

Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 10 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-6]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{3} + \sin\frac{\pi n}{6}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{3}$

**B)** Nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{6}$

**D)** $y[n] = 0$

**Esercizio 2. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(e^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(e^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**Esercizio 3.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

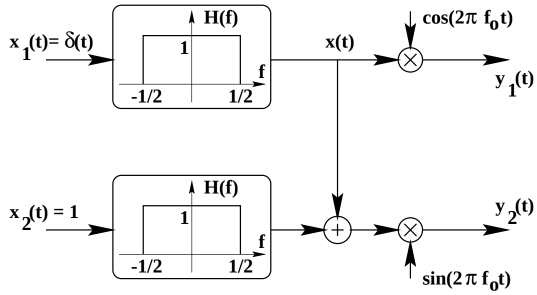


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) = \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**B)** La funzione di autocorrelazione di $x(t)$ vale $R_x(\tau) \neq \frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**C)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**D)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**E)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**Esercizio 4.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

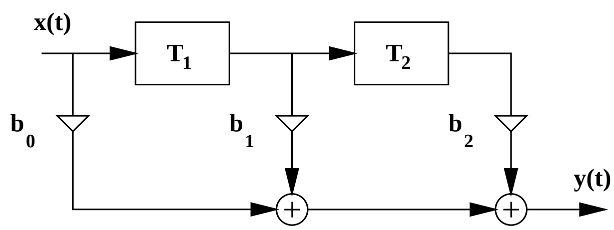


Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**B)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**C)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**D)** nessuno degli altri insiemi di valori

**E)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**Esercizio 5.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**B)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}\left(a+|t|\right)^2$

**Esercizio 6.** **(Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1-z^{-N})^2/(1-z^{-1})$.

**C)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = k/2N$ ($k$ intero qualsiasi).

**D)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**Esercizio 7.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 8.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**C)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 11 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**B)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a+|t|)^2$

**D)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**Esercizio 2.** **(Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**B)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-e^{-j\pi/N}} e^{j\frac{2\pi}{N}n}$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**D)** Si ha $\text{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_{0}^{2/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_{0}^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_{0}^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 4.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \cos(2\pi f_0 t)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

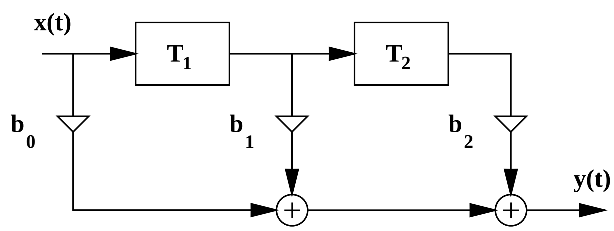


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**B)** $T_1 = 1/(2f_0), T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 1, b_0 = b_2 = 1/2$

**C)** $T_1 = 2/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = 0, b_0 = -1, b_2 = 1$

**D)** nessuno degli altri insiemi di valori

**E)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**Esercizio 5. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-6]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin \frac{\pi n}{3} + \sin \frac{\pi n}{6}$$

vale

**A)** $y[n] = 2 \sin \frac{\pi n}{3}$

**B)** $y[n] = 0$

**C)** Nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 2 \sin \frac{\pi n}{6}$

**Esercizio 6. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**Esercizio 7. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

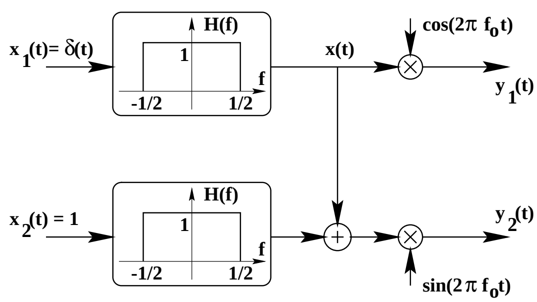


Figura 2: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** La funzione di autocorrelazione di $x(t)$ vale $R_x(\tau) \neq \frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**B)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) = \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**C)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**D)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**E)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**Esercizio 8.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 12 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

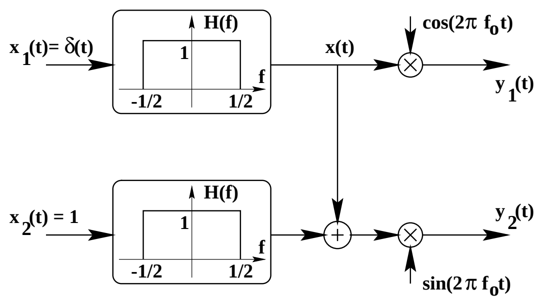


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** L'energia di $y_2(t)$ è finita

**B)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**C)** La funzione di autocorrelazione $\Phi_{y_2}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)$

**D)** Lo spettro di energia $\mathcal{S}_x(f) \neq H(f)$

**E)** L'energia $\mathcal{E}(x) \neq 1/2$

**Esercizio 2. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**B)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi/N}}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n}$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1-z^{-N})^2/(1-z^{-1})$.

**D)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**Esercizio 3. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**Esercizio 4. (Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a}p_a(x)u(t) + \frac{1}{2a}p_{2a}(x)u(-t)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1 + 2tu(t)$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2[1 + 2u(t)]$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}a^2[1 + 3u(-t)]$

**C)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = u(t)$

**Esercizio 5. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**Esercizio 6.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

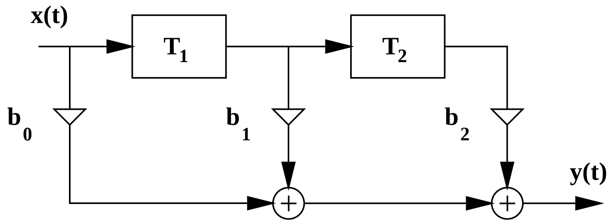


Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**B)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**C)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**D)** nessuno degli altri insiemi di valori

**E)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**Esercizio 7.** **(Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 0$

**B)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**D)** Nessuna delle altre risposte

**Esercizio 8. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 13 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

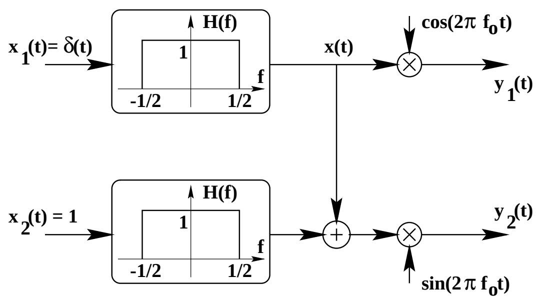


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**B)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) \neq \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**C)** La funzione di autocorrelazione $R_{y_1}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0\tau)\frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**D)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**E)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1$

**Esercizio 2. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**B)** Nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 0$

**D)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**Esercizio 3. (Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a+|t|)^2$

**C)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**Esercizio 4. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**Esercizio 5. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ non ha zeri sul cerchio unitario.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**C)** Si ha $\text{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**D)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**Esercizio 6. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**C)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**Esercizio 7. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \sin(2\pi f_1 t + \pi/4)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

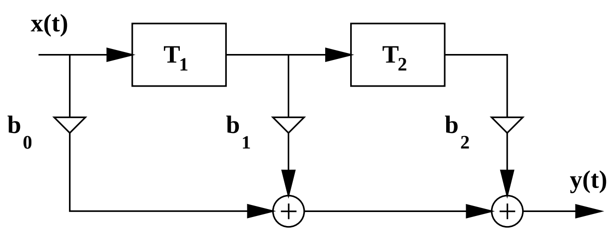

Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**B)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**C)** nessuno degli altri insiemi di valori

**D)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**E)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_0 = 1/2, b_1 = 1/2, b_2 = 1$

**Esercizio 8. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_{0}^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_{0}^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_{0}^{2/T} |X(f)|^2 df$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 14 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 2. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin \frac{\pi n}{2} + \sin \frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** Nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 2 \sin \frac{\pi n}{2}$

**C)** $y[n] = 0$

**D)** $y[n] = 2 \sin \frac{\pi n}{4}$

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \sin(2\pi f_1 t + \pi/4)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

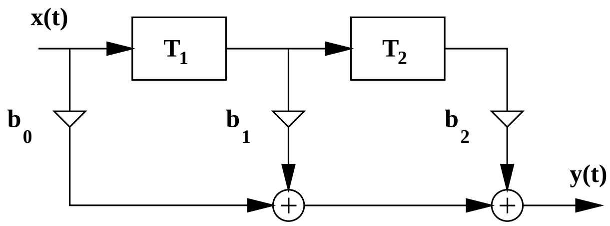


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**B)** nessuno degli altri insiemi di valori

**C)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_0 = 1/2, b_1 = 1/2, b_2 = 1$

**D)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**E)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**Esercizio 4.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

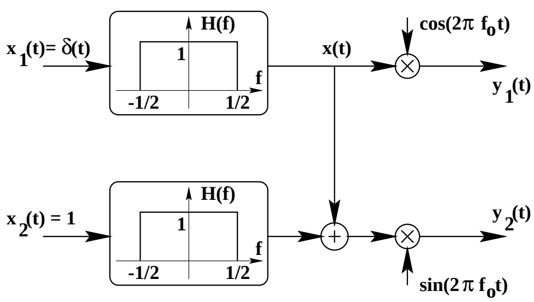


Figura 2: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** La funzione di autocorrelazione $R_{y_1}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)\frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**B)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1$

**C)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**D)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) \neq \frac{1}{4}\delta(f-f_0) + \frac{1}{4}\delta(f+f_0)$

**E)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**Esercizio 5.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**C)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**Esercizio 6.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**Esercizio 7.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**B)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a+|t|)^2$

**D)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**Esercizio 8. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**C)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**D)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = k/2N$ ($k$ intero qualsiasi).

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 15 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**B)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a+|t|)^2$

**Esercizio 2.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**Esercizio 3. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-6]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{3} + \sin\frac{\pi n}{6}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{3}$

**B)** $y[n] = 0$

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{6}$

**D)** Nessuna delle altre risposte

**Esercizio 4. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

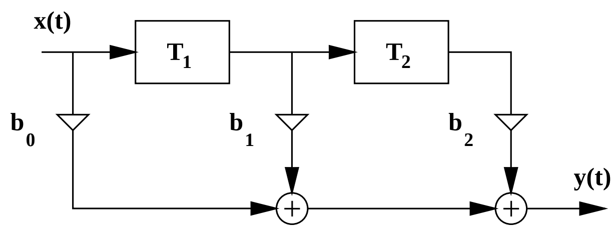


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** nessuno degli altri insiemi di valori

**B)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**C)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**D)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**E)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**Esercizio 5.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(e^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(e^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**Esercizio 6.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 7.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

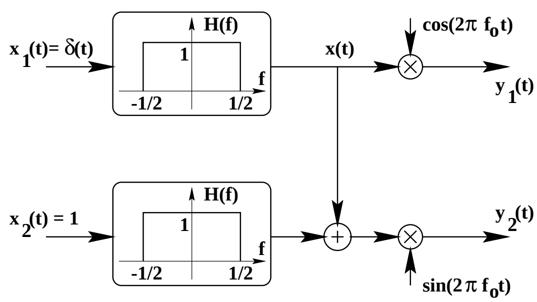


Figura 2: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** L'energia $\mathcal{E}(x) \neq 1/2$

**B)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**C)** La funzione di autocorrelazione $\Phi_{y_2}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)$

**D)** Lo spettro di energia $\mathcal{S}_x(f) \neq H(f)$

**E)** L'energia di $y_2(t)$ è finita

**Esercizio 8. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**B)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**D)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = k/2N$ ($k$ intero qualsiasi).

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 16 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = k/2N$ ($k$ intero qualsiasi).

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**C)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**Esercizio 2. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 0$

**B)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**D)** Nessuna delle altre risposte

**Esercizio 3.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a+|t|)^2$

**C)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**Esercizio 4.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + \sin(2\pi f_0 t + \pi/3)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

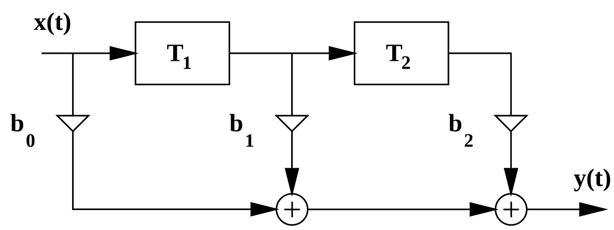


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**B)** nessuno degli altri insiemi di valori

**C)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**D)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 3T_1, b_0 = 1/3, b_1 = 1/6, b_2 = -1/2$

**E)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 0, b_0 = b_2 = 1/2$

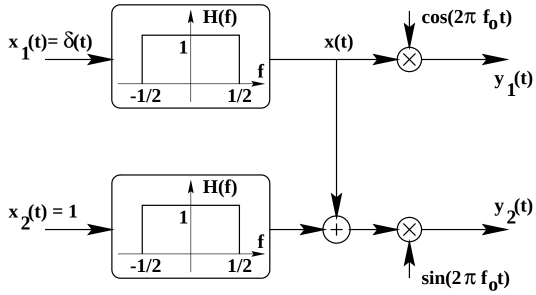


Figura 2: Sistema

**Esercizio 5. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** La funzione di autocorrelazione $R_{y_1}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)\frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**B)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**C)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**D)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) \neq \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**E)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1$

**Esercizio 6. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**B)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**Esercizio 7. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**Esercizio 8.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 17 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

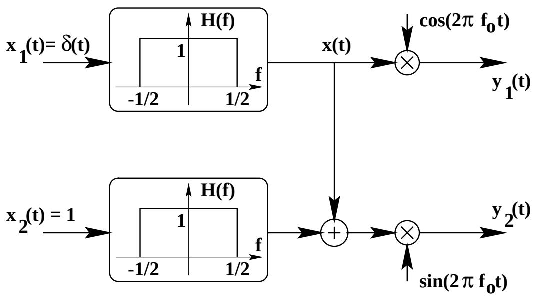

Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** L'energia $\mathcal{E}(x) \neq 1/2$

**B)** Lo spettro di energia $\mathcal{S}_x(f) \neq H(f)$

**C)** L'energia di $y_2(t)$ è finita

**D)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**E)** La funzione di autocorrelazione $\Phi_{y_2}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)$

**Esercizio 2.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 3.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**Esercizio 4.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**B)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**Esercizio 5.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a} p_a(x) u(t) + \frac{1}{2a} p_{2a}(x) u(-t)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}a^2[1 + 3u(-t)]$

**B)** $m_x(t) = 1 + 2tu(t)$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2[1 + 2u(t)]$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = u(t)$

**D)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**Esercizio 6. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-6]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{3} + \sin\frac{\pi n}{6}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{6}$

**B)** Nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 0$

**D)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{3}$

**Esercizio 7. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ non ha zeri sul cerchio unitario.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**C)** Si ha $\text{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**D)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**Esercizio 8. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + \sin(2\pi f_0 t + \pi/3)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** nessuno degli altri insiemi di valori

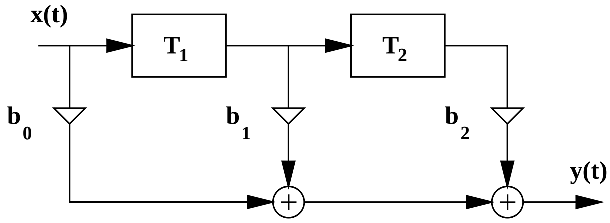

Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

**B)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 3T_1, b_0 = 1/3, b_1 = 1/6, b_2 = -1/2$

**C)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**D)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**E)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 0, b_0 = b_2 = 1/2$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 18 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 2. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(e^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(e^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \cos(2\pi f_0 t)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

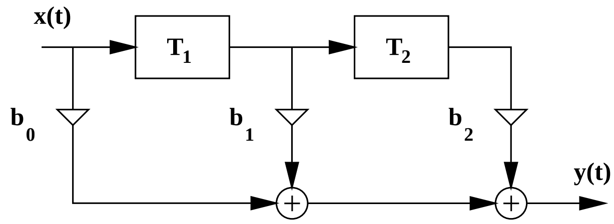


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**B)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**C)** $T_1 = 1/(2f_0), T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 1, b_0 = b_2 = 1/2$

**D)** nessuno degli altri insiemi di valori

**E)** $T_1 = 2/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = 0, b_0 = -1, b_2 = 1$

**Esercizio 4.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**B)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a+|t|)^2$

**Esercizio 5. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**Esercizio 6. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

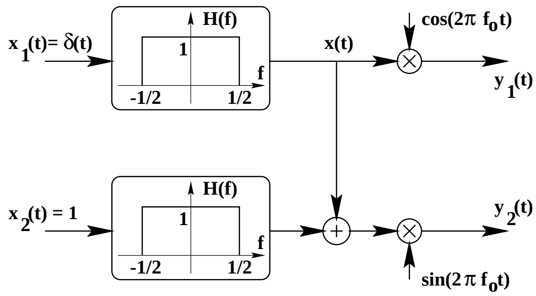


Figura 2: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** Lo spettro $\mathcal{S}_{y_1}(f) \neq \frac{1}{4}H(f - f_0) + \frac{1}{4}H(f + f_0)$

**B)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**C)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**D)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**E)** La potenza $\mathcal{P}(y_2) = 1/2$

**Esercizio 7. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ non ha zeri sul cerchio unitario.

**D)** Si ha $\text{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**Esercizio 8. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \cos\frac{\pi n}{2} + \cos\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** Nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 0$

**C)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{2}$

**D)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{4}$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 19 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**Esercizio 2. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 3.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a+|t|)^2$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**C)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**Esercizio 4.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

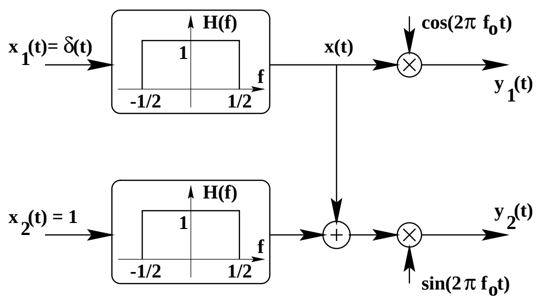


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) \neq \frac{1}{4}\delta(f-f_0) + \frac{1}{4}\delta(f+f_0)$

**B)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**C)** La funzione di autocorrelazione $R_{y_1}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)\frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**D)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1$

**E)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

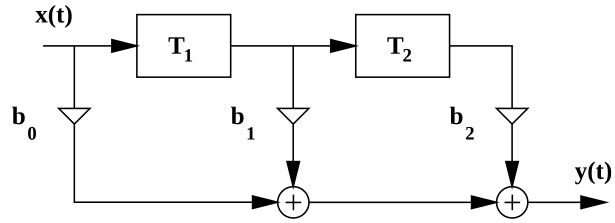


Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

**Esercizio 5. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \sin(2\pi f_1 t + \pi/4)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**B)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**C)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_0 = 1/2, b_1 = 1/2, b_2 = 1$

**D)** nessuno degli altri insiemi di valori

**E)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**Esercizio 6. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**B)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi/N}}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n}$.

**C)** Si ha $\text{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**Esercizio 7. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**B)** Nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**D)** $y[n] = 0$

**Esercizio 8.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 20 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**Esercizio 2. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $\mathrm{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = k/2N$ ($k$ intero qualsiasi).

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**C)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**Esercizio 3. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

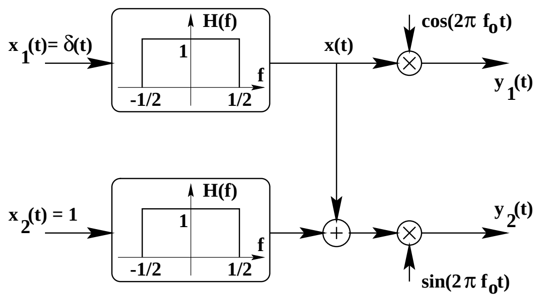


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**B)** Lo spettro $\mathcal{S}_{y_1}(f) \neq \frac{1}{4}H(f - f_0) + \frac{1}{4}H(f + f_0)$

**C)** La potenza $\mathcal{P}(y_2) = 1/2$

**D)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**E)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**Esercizio 4. (Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a + |t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}\left(a + |t|\right)^2$

**B)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**D)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**Esercizio 5. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-6]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{3} + \sin\frac{\pi n}{6}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{6}$

**B)** Nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{3}$

**D)** $y[n] = 0$

**Esercizio 6.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**Esercizio 7.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \cos(2\pi f_0 t)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

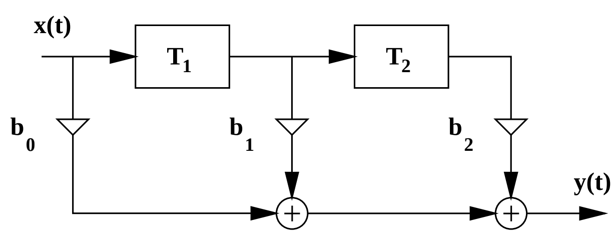


Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** nessuno degli altri insiemi di valori

**B)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**C)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**D)** $T_1 = 2/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = 0, b_0 = -1, b_2 = 1$

**E)** $T_1 = 1/(2f_0), T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 1, b_0 = b_2 = 1/2$

**Esercizio 8.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 21 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**Esercizio 2. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

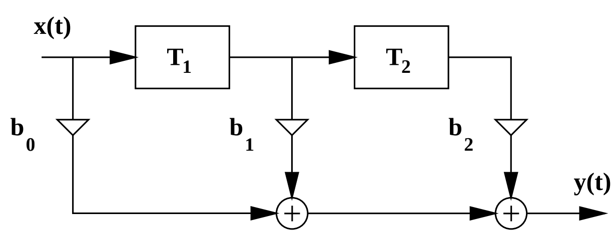


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**B)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**C)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**D)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**E)** nessuno degli altri insiemi di valori

**Esercizio 3.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}\left(a+|t|\right)^2$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**C)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**Esercizio 4.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**Esercizio 5.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 6. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-6]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{3} + \sin\frac{\pi n}{6}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{6}$

**B)** $y[n] = 0$

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{3}$

**D)** Nessuna delle altre risposte

**Esercizio 7. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = k/2N$ ($k$ intero qualsiasi).

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**D)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**Esercizio 8. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**B)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**C)** Lo spettro $\mathcal{S}_{y_1}(f) \neq \frac{1}{4}H(f - f_0) + \frac{1}{4}H(f + f_0)$

**D)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**E)** La potenza $\mathcal{P}(y_2) = 1/2$

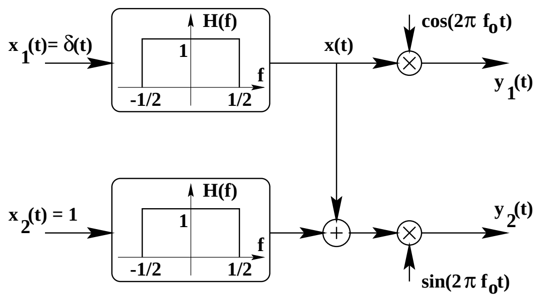


Figura 2: Sistema

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 22 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**Esercizio 2.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**B)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**C)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**D)** La funzione di autocorrelazione di $x(t)$ vale $R_x(\tau) \neq \frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**E)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) = \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

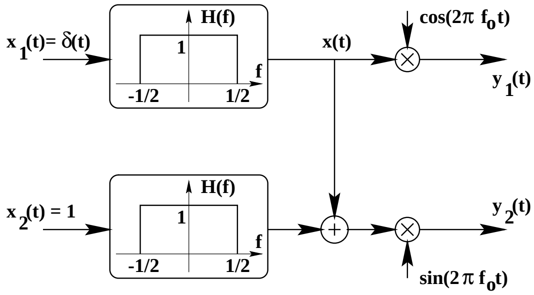


Figura 1: Sistema

**Esercizio 3. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ non ha zeri sul cerchio unitario.

**D)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**Esercizio 4. (Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a} p_a(x) u(t) + \frac{1}{2a} p_{2a}(x) u(-t)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1 + 2tu(t)$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2[1 + 2u(t)]$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = u(t)$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}a^2[1 + 3u(-t)]$

**D)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**Esercizio 5. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin \frac{\pi n}{2} + \sin \frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** Nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 0$

**C)** $y[n] = 2 \sin \frac{\pi n}{2}$

**D)** $y[n] = 2 \sin \frac{\pi n}{4}$

**Esercizio 6. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(e^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(e^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**Esercizio 7. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 8. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

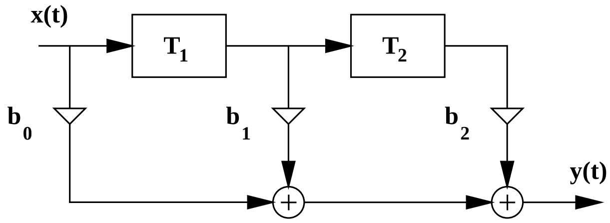

Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

**A)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**B)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**C)** nessuno degli altri insiemi di valori

**D)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**E)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 23 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \sin(2\pi f_1 t + \pi/4)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

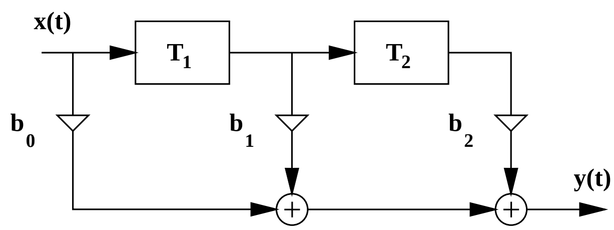


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**B)** nessuno degli altri insiemi di valori

**C)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**D)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_0 = 1/2, b_1 = 1/2, b_2 = 1$

**E)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**Esercizio 2.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 3.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

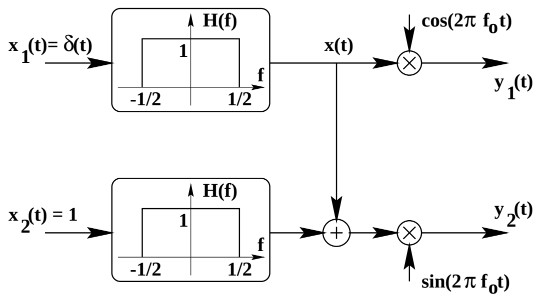


Figura 2: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** La funzione di autocorrelazione $R_{y_1}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)\frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**B)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1$

**C)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**D)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**E)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) \neq \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**Esercizio 4.** **(Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**C)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-e^{-j\pi/N}} e^{j\frac{2\pi}{N}n}$.

**D)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**Esercizio 5. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-6]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{3} + \sin\frac{\pi n}{6}$$

vale

**A)** $y[n] = 0$

**B)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{3}$

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{6}$

**D)** Nessuna delle altre risposte

**Esercizio 6. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**B)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**Esercizio 7. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(e^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(e^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**Esercizio 8.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a} p_a(x) u(t) + \frac{1}{2a} p_{2a}(x) u(-t)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12} a^2 [1 + 3u(-t)]$

**B)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3} a^2$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = u(t)$

**D)** $m_x(t) = 1 + 2tu(t)$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3} a^2 [1 + 2u(t)]$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 24 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

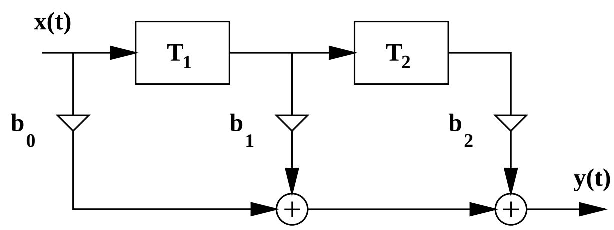


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**B)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**C)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**D)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**E)** nessuno degli altri insiemi di valori

**Esercizio 2.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 3.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

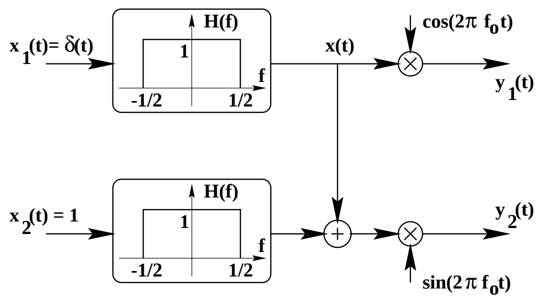


Figura 2: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**B)** La funzione di autocorrelazione di $x(t)$ vale $R_x(\tau) \neq \frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**C)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**D)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) = \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**E)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**Esercizio 4.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**Esercizio 5.** **(Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-6]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{3} + \sin\frac{\pi n}{6}$$

vale

**A)** Nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{3}$

**C)** $y[n] = 0$

**D)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{6}$

**Esercizio 6.** **(Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ non ha zeri sul cerchio unitario.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**D)** Si ha $\mathrm{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**Esercizio 7.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a + |t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**B)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}\left(a + |t|\right)^2$

**Esercizio 8.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 25 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}\left(a+|t|\right)^2$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**C)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**Esercizio 2.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**B)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**Esercizio 3. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \cos\frac{\pi n}{2} + \cos\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 0$

**B)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{4}$

**C)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{2}$

**D)** Nessuna delle altre risposte

**Esercizio 4. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $\text{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**C)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi/N}}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n}$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**Esercizio 5. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) \neq \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**B)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**C)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**D)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1$

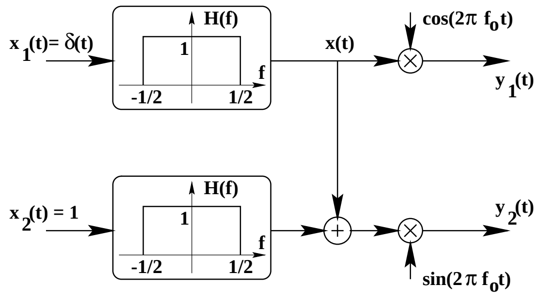

Figura 1: Sistema

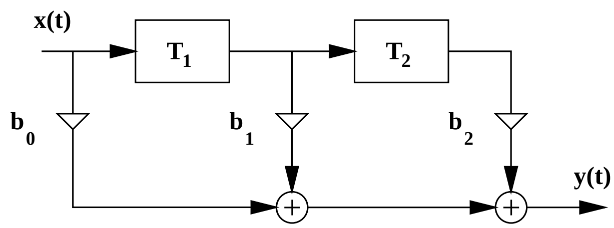

Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

**E)** La funzione di autocorrelazione $R_{y_1}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)\frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**Esercizio 6.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**B)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**C)** nessuno degli altri insiemi di valori

**D)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**E)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**Esercizio 7.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**Esercizio 8. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_{0}^{2/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_{0}^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_{0}^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 26 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \cos\frac{\pi n}{2} + \cos\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** Nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 0$

**C)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{4}$

**D)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{2}$

**Esercizio 2.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** Lo spettro di energia $\mathcal{S}_x(f) \neq H(f)$

**B)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

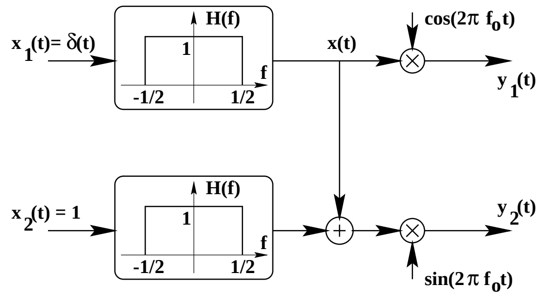


Figura 1: Sistema

**C)** L'energia di $y_2(t)$ è finita

**D)** L'energia $\mathcal{E}(x) \neq 1/2$

**E)** La funzione di autocorrelazione $\Phi_{y_2}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)$

**Esercizio 3.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(e^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(e^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**Esercizio 4.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 5. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**B)** Si ha $\mathrm{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ non ha zeri sul cerchio unitario.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**Esercizio 6. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \sin(2\pi f_1 t + \pi/4)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

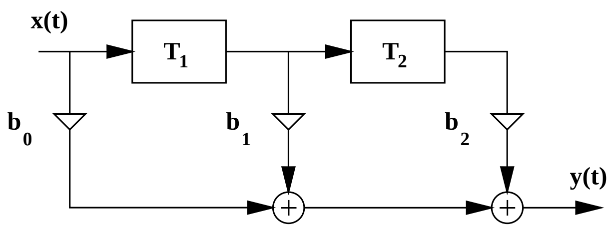

Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**B)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_0 = 1/2, b_1 = 1/2, b_2 = 1$

**C)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**D)** nessuno degli altri insiemi di valori

**E)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**Esercizio 7. (Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a + |t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}\left(a + |t|\right)^2$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**D)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**Esercizio 8. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 27 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

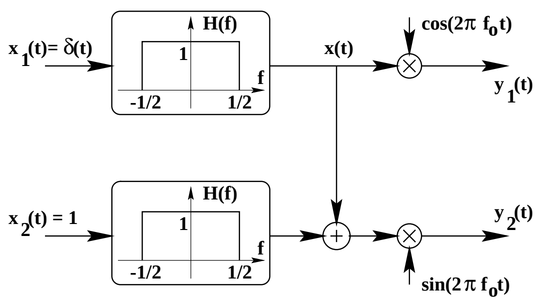


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** La funzione di autocorrelazione $R_{y_1}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)\frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**B)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**C)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) \neq \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**D)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**E)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1$

**Esercizio 2.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**C)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**Esercizio 3.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a}p_a(x)u(t) + \frac{1}{2a}p_{2a}(x)u(-t)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1 + 2tu(t)$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2[1 + 2u(t)]$

**B)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = u(t)$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}a^2[1 + 3u(-t)]$

**Esercizio 4.** **(Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-e^{-j\pi/N}} e^{j\frac{2\pi}{N}n}$.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**C)** Si ha $\text{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**Esercizio 5.** **(Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**B)** Nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 0$

**D)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**Esercizio 6.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 7.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**Esercizio 8.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**B)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**C)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**D)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**E)** nessuno degli altri insiemi di valori

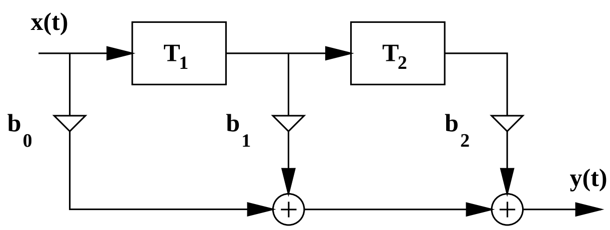


Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 28 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

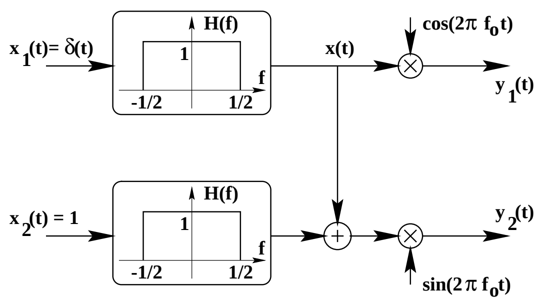


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**B)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**C)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**D)** La potenza $\mathcal{P}(y_2) = 1/2$

**E)** Lo spettro $\mathcal{S}_{y_1}(f) \neq \frac{1}{4}H(f-f_0) + \frac{1}{4}H(f+f_0)$

**Esercizio 2. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \cos\frac{\pi n}{2} + \cos\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 0$

**B)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{2}$

**C)** Nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{4}$

**Esercizio 3. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**B)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ non ha zeri sul cerchio unitario.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**Esercizio 4. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**Esercizio 5.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a} p_a(x) u(t) + \frac{1}{2a} p_{2a}(x) u(-t)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}a^2[1 + 3u(-t)]$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = u(t)$

**D)** $m_x(t) = 1 + 2tu(t)$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2[1 + 2u(t)]$

**Esercizio 6.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

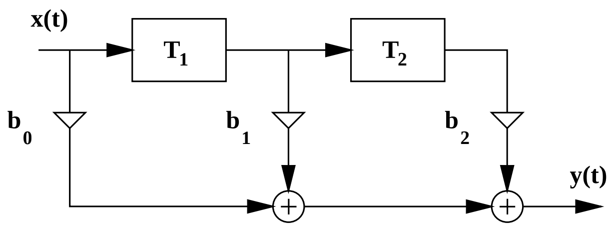


Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**B)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**C)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**D)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**E)** nessuno degli altri insiemi di valori

**Esercizio 7.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 8.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**C)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 29 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + \sin(2\pi f_0 t + \pi/3)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

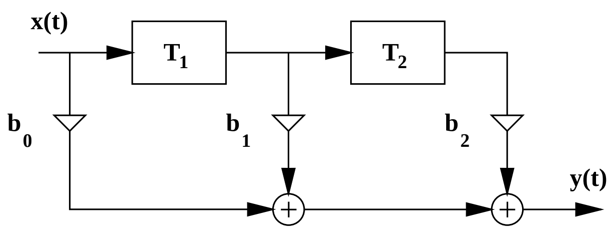


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 3T_1, b_0 = 1/3, b_1 = 1/6, b_2 = -1/2$

**B)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 0, b_0 = b_2 = 1/2$

**C)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**D)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**E)** nessuno degli altri insiemi di valori

**Esercizio 2.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}\left(a+|t|\right)^2$

**C)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**Esercizio 3.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

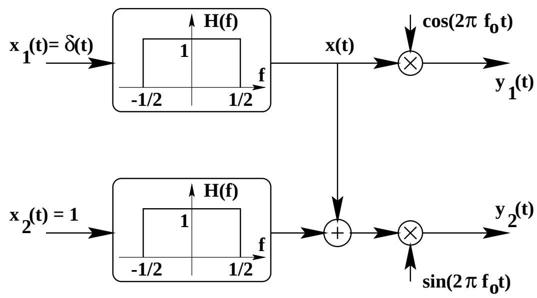


Figura 2: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) = \frac{1}{4}\delta(f-f_0) + \frac{1}{4}\delta(f+f_0)$

**B)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**C)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**D)** La funzione di autocorrelazione di $x(t)$ vale $R_x(\tau) \neq \frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**E)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**Esercizio 4.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 5. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-6]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{3} + \sin\frac{\pi n}{6}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{3}$

**B)** $y[n] = 0$

**C)** Nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{6}$

**Esercizio 6. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**Esercizio 7. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-e^{-j\pi/N}} e^{j\frac{2\pi}{N}n}$.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**C)** Si ha $\mathrm{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**Esercizio 8.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 30 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

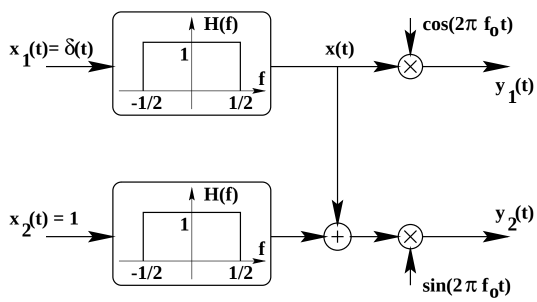


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) = \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**B)** La funzione di autocorrelazione di $x(t)$ vale $R_x(\tau) \neq \frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**C)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**D)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**E)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**Esercizio 2.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(e^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad\qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(e^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 4.** **(Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** Nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**D)** $y[n] = 0$

**Esercizio 5.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**Esercizio 6.** **(Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**B)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**C)** Si ha $\mathrm{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ non ha zeri sul cerchio unitario.

**Esercizio 7.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a + |t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**B)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a + |t|)^2$

**Esercizio 8.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

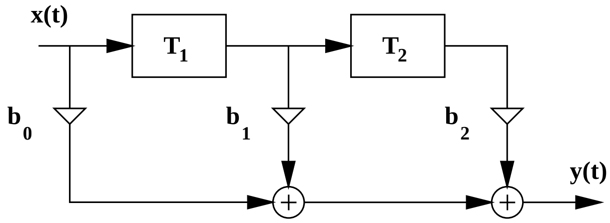

Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

**A)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**B)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**C)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**D)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**E)** nessuno degli altri insiemi di valori

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 31 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \cos\frac{\pi n}{2} + \cos\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 0$

**B)** Nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{2}$

**D)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{4}$

**Esercizio 2. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \cos(2\pi f_0 t)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

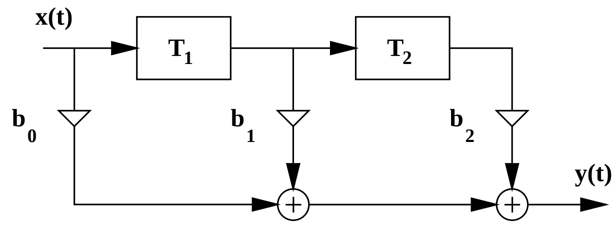

Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**B)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**C)** $T_1 = 2/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = 0, b_0 = -1, b_2 = 1$

**D)** $T_1 = 1/(2f_0), T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 1, b_0 = b_2 = 1/2$

**E)** nessuno degli altri insiemi di valori

**Esercizio 4.** **(Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**C)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**D)** Si ha $\text{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = k/2N$ ($k$ intero qualsiasi).

**Esercizio 5.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti affermazioni è corretta.

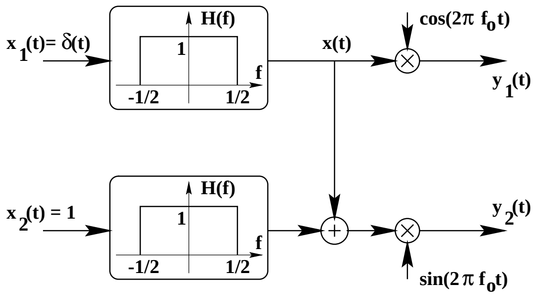


Figura 2: Sistema

**A)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) = \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**B)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**C)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**D)** La funzione di autocorrelazione di $x(t)$ vale $R_x(\tau) \neq \frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**E)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**Esercizio 6.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 7.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a} p_a(x) u(t) + \frac{1}{2a} p_{2a}(x) u(-t)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = u(t)$

**B)** $m_x(t) = 1 + 2tu(t)$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2[1 + 2u(t)]$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}a^2[1 + 3u(-t)]$

**D)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**Esercizio 8.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 32 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**Esercizio 2. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_{0}^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**Esercizio 4.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

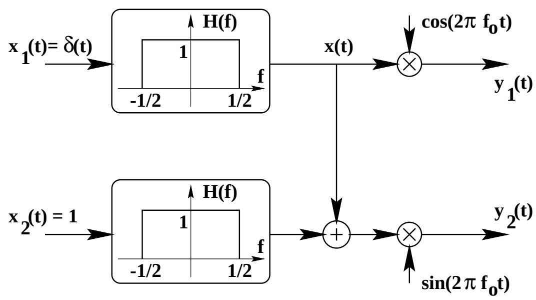


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** Lo spettro $\mathcal{S}_{y_1}(f) \neq \frac{1}{4}H(f - f_0) + \frac{1}{4}H(f + f_0)$

**B)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**C)** La potenza $\mathcal{P}(y_2) = 1/2$

**D)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**E)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**Esercizio 5.** **(Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ non ha zeri sul cerchio unitario.

**B)** Si ha $\text{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**D)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**Esercizio 6.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a + |t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a + |t|)^2$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**D)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**Esercizio 7.** **(Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 0$

**B)** Nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**D)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**Esercizio 8.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \cos(2\pi f_0 t)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** nessuno degli altri insiemi di valori

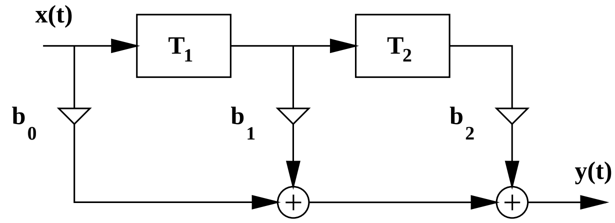

Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

**B)** $T_1 = 1/(2f_0), T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 1, b_0 = b_2 = 1/2$

**C)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**D)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**E)** $T_1 = 2/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = 0, b_0 = -1, b_2 = 1$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 33 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a} p_a(x) u(t) + \frac{1}{2a} p_{2a}(x) u(-t)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1 + 2tu(t)$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2[1 + 2u(t)]$

**B)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = u(t)$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}a^2[1 + 3u(-t)]$

**Esercizio 2.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**B)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**Esercizio 3. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 4. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi/N}} \mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n}$.

**B)** Si ha $\mathrm{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**Esercizio 5. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad\qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**Esercizio 6. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti affermazioni è corretta.

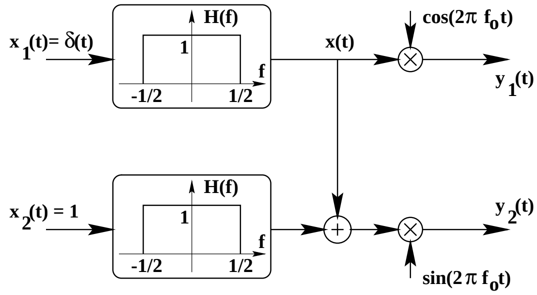

Figura 1: Sistema

**A)** L'energia $\mathcal{E}(x) \neq 1/2$

**B)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**C)** Lo spettro di energia $\mathcal{S}_x(f) \neq H(f)$

**D)** La funzione di autocorrelazione $\Phi_{y_2}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)$

**E)** L'energia di $y_2(t)$ è finita

**Esercizio 7.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

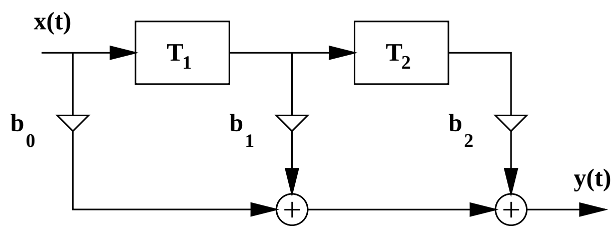

Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** nessuno degli altri insiemi di valori

**B)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**C)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**D)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**E)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**Esercizio 8. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**B)** $y[n] = 0$

**C)** Nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 34 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

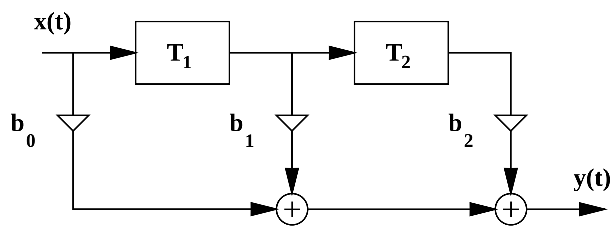


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**B)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**C)** nessuno degli altri insiemi di valori

**D)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**E)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**Esercizio 2. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-6]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{3} + \sin\frac{\pi n}{6}$$

vale

**A)** $y[n] = 0$

**B)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{6}$

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{3}$

**D)** Nessuna delle altre risposte

**Esercizio 3. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**C)** Si ha $\text{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**D)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi/N}}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n}$.

**Esercizio 4. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**Esercizio 5. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 6. (Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x; t) = \frac{1}{a + |t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a + |t|)^2$

**C)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**Esercizio 7. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

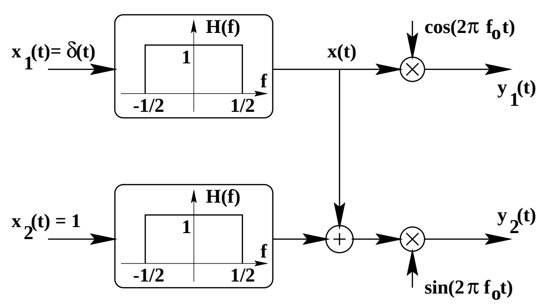


Figura 2: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** Lo spettro di energia $\mathcal{S}_x(f) \neq H(f)$

**B)** L'energia $\mathcal{E}(x) \neq 1/2$

**C)** La funzione di autocorrelazione $\Phi_{y_2}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)$

**D)** L'energia di $y_2(t)$ è finita

**E)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**Esercizio 8.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 35 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \cos\frac{\pi n}{2} + \cos\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** Nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{2}$

**C)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{4}$

**D)** $y[n] = 0$

**Esercizio 2. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-e^{-j\pi/N}} e^{j\frac{2\pi}{N}n}$.

**B)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**B)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**Esercizio 4.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

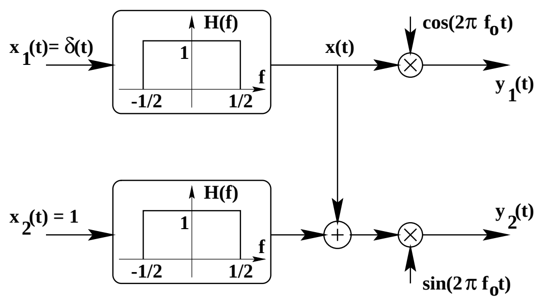


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**B)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**C)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**D)** Lo spettro $\mathcal{S}_{y_1}(f) \neq \frac{1}{4}H(f - f_0) + \frac{1}{4}H(f + f_0)$

**E)** La potenza $\mathcal{P}(y_2) = 1/2$

**Esercizio 5.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}\left(a + |t|\right)^2$

**C)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**Esercizio 6.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 7.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + \sin(2\pi f_0 t + \pi/3)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

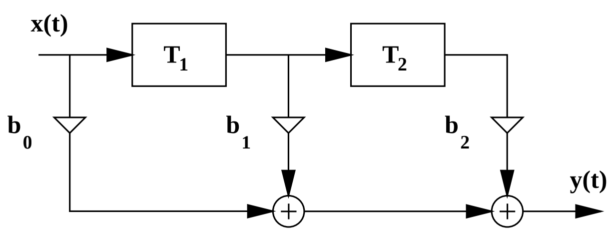


Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**B)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 0, b_0 = b_2 = 1/2$

**C)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**D)** nessuno degli altri insiemi di valori

**E)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 3T_1, b_0 = 1/3, b_1 = 1/6, b_2 = -1/2$

**Esercizio 8.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 36 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 2. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**B)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

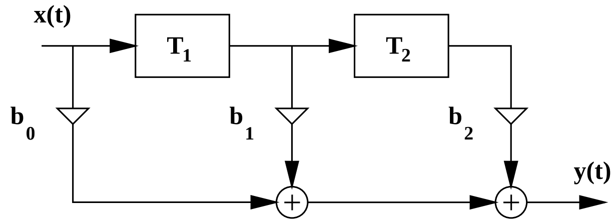

Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

**C)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**D)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**E)** nessuno degli altri insiemi di valori

**Esercizio 3. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**B)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ non ha zeri sul cerchio unitario.

**D)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**Esercizio 4. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**C)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**Esercizio 5. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** Nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 0$

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**D)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**Esercizio 6.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**Esercizio 7.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

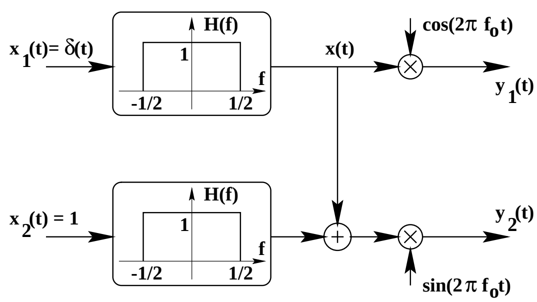


Figura 2: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** Lo spettro di energia $\mathcal{S}_x(f) \neq H(f)$

**B)** L'energia $\mathcal{E}(x) \neq 1/2$

**C)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**D)** La funzione di autocorrelazione $\Phi_{y_2}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)$

**E)** L'energia di $y_2(t)$ è finita

**Esercizio 8.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a+|t|)^2$

**B)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 37 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

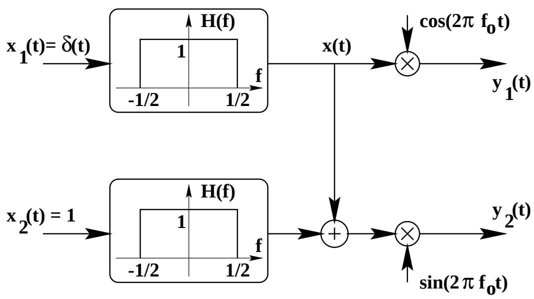


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**B)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**C)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) \neq \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**D)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1$

**E)** La funzione di autocorrelazione $R_{y_1}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)\frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**Esercizio 2. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**B)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**C)** Nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 0$

**Esercizio 3. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**Esercizio 4. (Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**B)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}\left(a+|t|\right)^2$

**Esercizio 5.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 6.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \cos(2\pi f_0 t)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

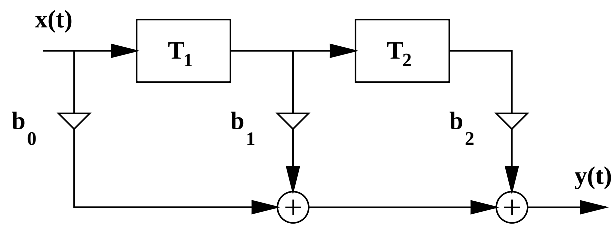


Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/(2f_0), T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 1, b_0 = b_2 = 1/2$

**B)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**C)** $T_1 = 2/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = 0, b_0 = -1, b_2 = 1$

**D)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**E)** nessuno degli altri insiemi di valori

**Esercizio 7.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(e^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(e^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**Esercizio 8. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**C)** Si ha $\mathrm{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = k/2N$ ($k$ intero qualsiasi).

**D)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 38 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + \sin(2\pi f_0 t + \pi/3)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

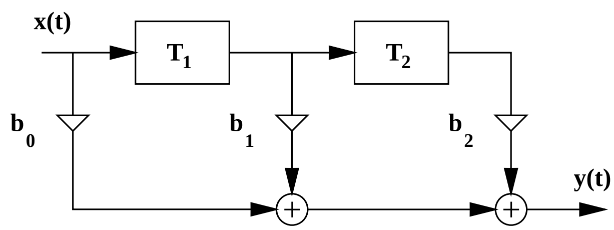


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 3T_1, b_0 = 1/3, b_1 = 1/6, b_2 = -1/2$

**B)** nessuno degli altri insiemi di valori

**C)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**D)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 0, b_0 = b_2 = 1/2$

**E)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**Esercizio 2.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a} p_a(x) u(t) + \frac{1}{2a} p_{2a}(x) u(-t)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}a^2[1 + 3u(-t)]$

**C)** $m_x(t) = 1 + 2tu(t)$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2[1 + 2u(t)]$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = u(t)$

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** Nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**C)** $y[n] = 0$

**D)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**Esercizio 4.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

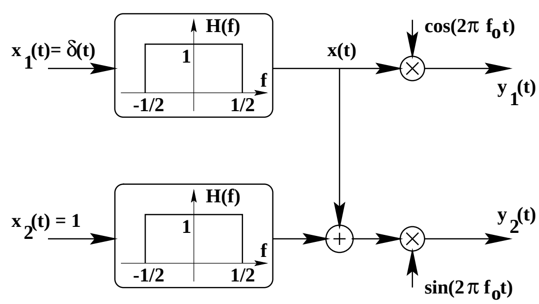


Figura 2: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** La potenza $\mathcal{P}(y_2) = 1/2$

**B)** Lo spettro $\mathcal{S}_{y_1}(f) \neq \frac{1}{4}H(f - f_0) + \frac{1}{4}H(f + f_0)$

**C)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**D)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**E)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**Esercizio 5.** **(Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = k/2N$ ($k$ intero qualsiasi).

**B)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**C)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**Esercizio 6.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**Esercizio 7.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**C)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2 y[n-1]$

**Esercizio 8. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 39 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \cos\frac{\pi n}{2} + \cos\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{2}$

**B)** Nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{4}$

**D)** $y[n] = 0$

**Esercizio 2. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \sin(2\pi f_1 t + \pi/4)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

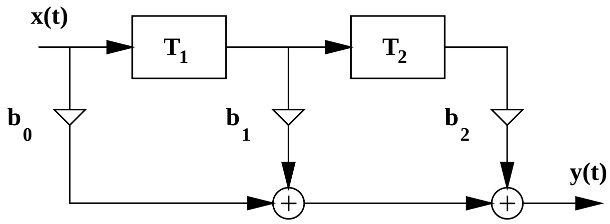


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**B)** nessuno degli altri insiemi di valori

**C)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**D)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**E)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_0 = 1/2, b_1 = 1/2, b_2 = 1$

**Esercizio 4.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a + |t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**B)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a + |t|)^2$

**Esercizio 5. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**C)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**D)** Si ha $\mathrm{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = k/2N$ ($k$ intero qualsiasi).

**Esercizio 6. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**Esercizio 7. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 8. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti affermazioni è corretta.

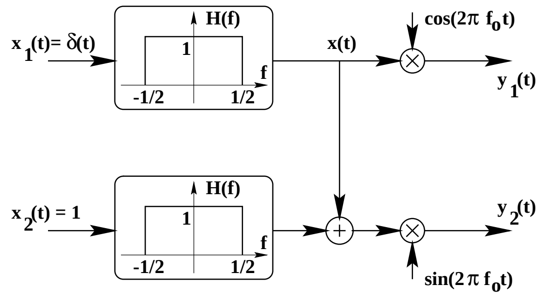


Figura 2: Sistema

**A)** Lo spettro $\mathcal{S}_{y_1}(f) \neq \frac{1}{4}H(f-f_0) + \frac{1}{4}H(f+f_0)$

**B)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**C)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**D)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**E)** La potenza $\mathcal{P}(y_2) = 1/2$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 40 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

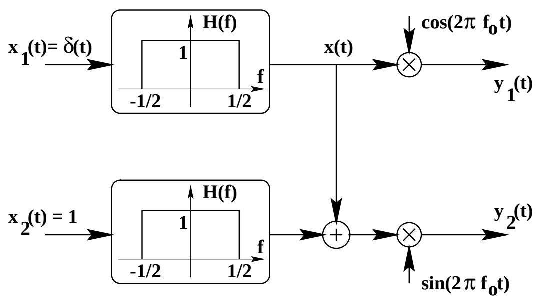


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** La funzione di autocorrelazione $\Phi_{y_2}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)$

**B)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**C)** Lo spettro di energia $\mathcal{S}_x(f) \neq H(f)$

**D)** L'energia $\mathcal{E}(x) \neq 1/2$

**E)** L'energia di $y_2(t)$ è finita

**Esercizio 2.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 3.** **(Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**B)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi/N}} \mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n}$.

**C)** Si ha $\text{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**Esercizio 4.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

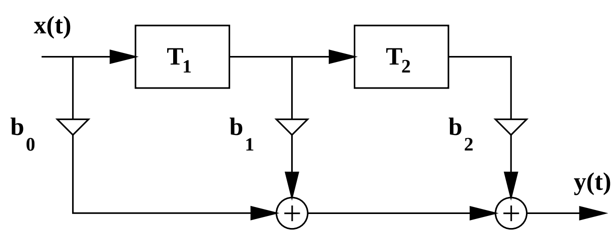


Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** nessuno degli altri insiemi di valori

**B)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**C)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**D)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**E)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**Esercizio 5. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \cos\frac{\pi n}{2} + \cos\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** Nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{4}$

**C)** $y[n] = 0$

**D)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{2}$

**Esercizio 6. (Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}\left(a+|t|\right)^2$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**C)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**Esercizio 7. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**Esercizio 8.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 41 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

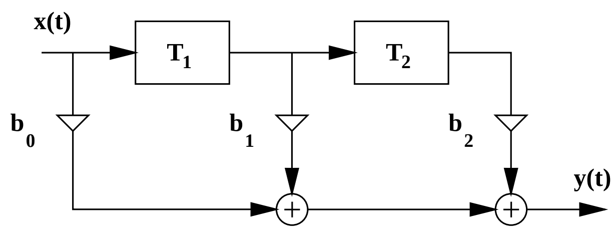


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** nessuno degli altri insiemi di valori

**B)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**C)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**D)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**E)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**Esercizio 2.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(e^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(e^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**B)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**Esercizio 4.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

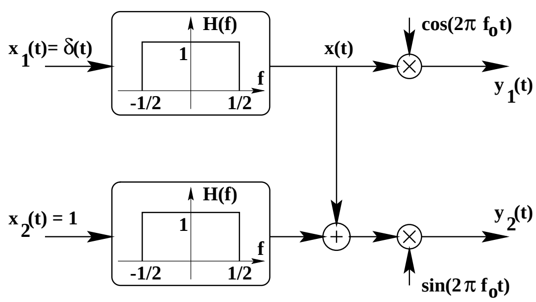


Figura 2: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1$

**B)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**C)** La funzione di autocorrelazione $R_{y_1}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)\frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**D)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) \neq \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**E)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**Esercizio 5. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-6]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin \frac{\pi n}{3} + \sin \frac{\pi n}{6}$$

vale

**A)** $y[n] = 0$

**B)** Nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 2 \sin \frac{\pi n}{3}$

**D)** $y[n] = 2 \sin \frac{\pi n}{6}$

**Esercizio 6. (Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a} p_a(x) u(t) + \frac{1}{2a} p_{2a}(x) u(-t)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}a^2[1 + 3u(-t)]$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = u(t)$

**D)** $m_x(t) = 1 + 2tu(t)$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2[1 + 2u(t)]$

**Esercizio 7. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 8. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**B)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi/N}} \mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n}$.

**C)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 42 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 2.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \cos(2\pi f_0 t)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/(2f_0), T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 1, b_0 = b_2 = 1/2$

**B)** nessuno degli altri insiemi di valori

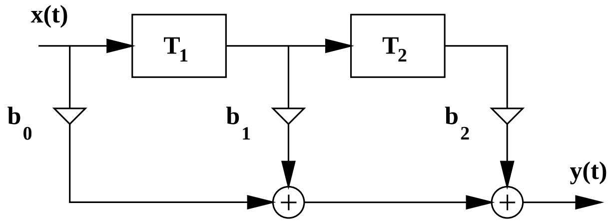

Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

**C)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**D)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**E)** $T_1 = 2/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = 0, b_0 = -1, b_2 = 1$

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**B)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**Esercizio 4.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad\qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**Esercizio 5.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**B)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

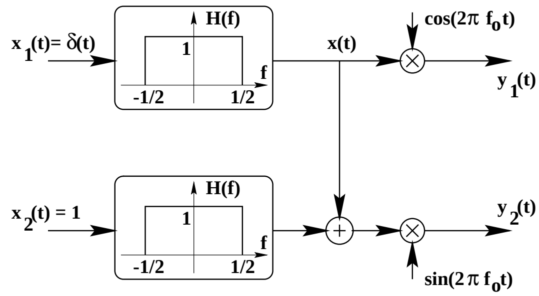


Figura 2: Sistema

**C)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) = \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**D)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**E)** La funzione di autocorrelazione di $x(t)$ vale $R_x(\tau) \neq \frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**Esercizio 6.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a} p_a(x) u(t) + \frac{1}{2a} p_{2a}(x) u(-t)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1 + 2tu(t)$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2[1 + 2u(t)]$

**B)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}a^2[1 + 3u(-t)]$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = u(t)$

**Esercizio 7.** **(Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n - 6]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{3} + \sin\frac{\pi n}{6}$$

vale

**A)** Nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 0$

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{6}$

**D)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{3}$

**Esercizio 8. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ non ha zeri sul cerchio unitario.

**B)** Si ha $\text{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**C)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 43 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**B)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**C)** Nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 0$

**Esercizio 2. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(e^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(e^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**Esercizio 3.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

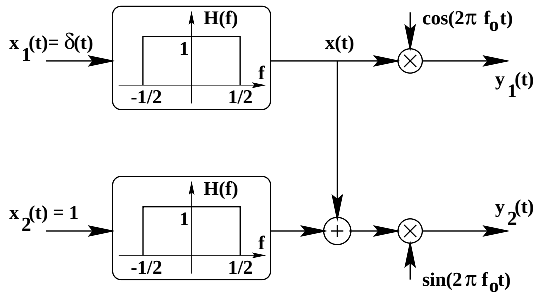


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** La funzione di autocorrelazione $R_{y_1}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)\frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**B)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**C)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1$

**D)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) \neq \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**E)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**Esercizio 4.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_{0}^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_{0}^{2/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_{0}^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 5. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**B)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi/N}}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n}$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**Esercizio 6. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**Esercizio 7. (Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a}p_a(x)u(t) + \frac{1}{2a}p_{2a}(x)u(-t)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}a^2[1 + 3u(-t)]$

**B)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = u(t)$

**D)** $m_x(t) = 1 + 2tu(t)$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2[1 + 2u(t)]$

**Esercizio 8. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + \sin(2\pi f_0 t + \pi/3)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** nessuno degli altri insiemi di valori

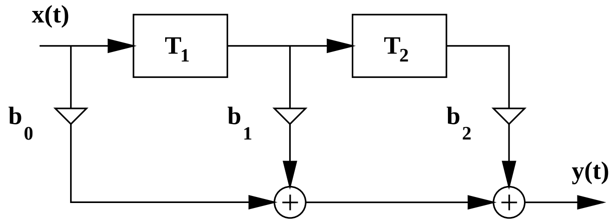

Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

**B)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 3T_1, b_0 = 1/3, b_1 = 1/6, b_2 = -1/2$

**C)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 0, b_0 = b_2 = 1/2$

**D)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**E)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 44 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 2.** **(Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**B)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = k/2N$ ($k$ intero qualsiasi).

**C)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**Esercizio 3.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

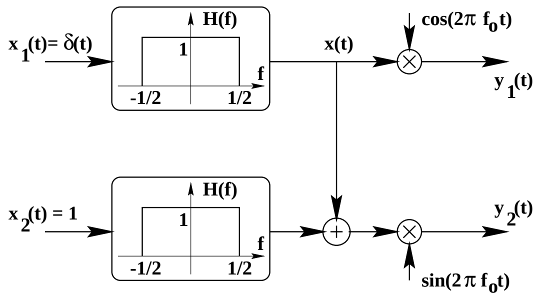


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**B)** La funzione di autocorrelazione di $x(t)$ vale $R_x(\tau) \neq \frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**C)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**D)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**E)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) = \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**Esercizio 4.** **(Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \cos\frac{\pi n}{2} + \cos\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{2}$

**B)** Nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 0$

**D)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{4}$

**Esercizio 5.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a+|t|)^2$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**C)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**Esercizio 6.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**Esercizio 7.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**Esercizio 8.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \sin(2\pi f_1 t + \pi/4)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

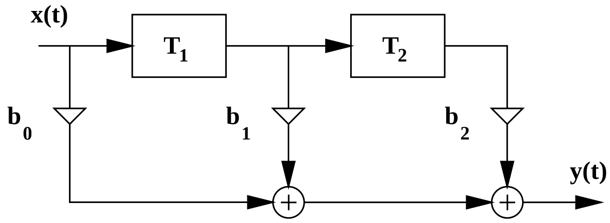

Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

**A)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**B)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**C)** nessuno degli altri insiemi di valori

**D)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_0 = 1/2, b_1 = 1/2, b_2 = 1$

**E)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 45 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ non ha zeri sul cerchio unitario.

**B)** Si ha $\text{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**C)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**Esercizio 2. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** nessuno degli altri insiemi di valori

**B)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

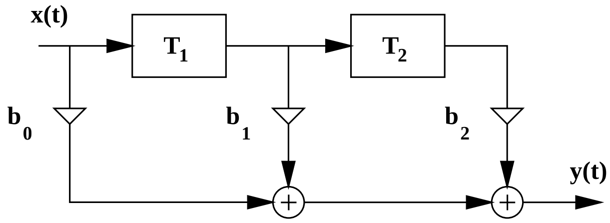

Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

**C)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**D)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**E)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**Esercizio 3.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**Esercizio 4.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a+|t|)^2$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**C)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**Esercizio 5.** **(Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \cos\frac{\pi n}{2} + \cos\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** Nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{2}$

**C)** $y[n] = 0$

**D)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{4}$

**Esercizio 6.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 7.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**Esercizio 8.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** La funzione di autocorrelazione $R_{y_1}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)\frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

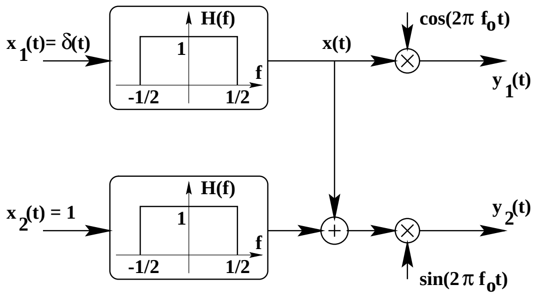


Figura 2: Sistema

**B)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) \neq \frac{1}{4}\delta(f-f_0) + \frac{1}{4}\delta(f+f_0)$

**C)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**D)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**E)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 46 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**C)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**Esercizio 2.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + 2\cos(2\pi f_1 t + \pi)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

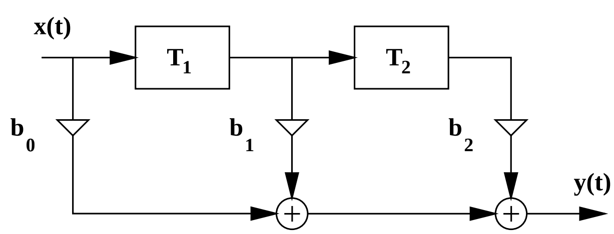


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 2$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_1 = -2, b_0 = b_2 = 2$

**B)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**C)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 2/f_1, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**D)** nessuno degli altri insiemi di valori

**E)** $T_1 = 1/(2f_1), T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**B)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**C)** $y[n] = 0$

**D)** Nessuna delle altre risposte

**Esercizio 4.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad\qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**Esercizio 5.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 6. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

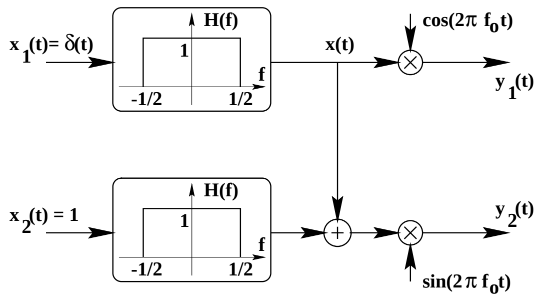


Figura 2: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** L'energia di $y_2(t)$ è finita

**B)** La funzione di autocorrelazione $\Phi_{y_2}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)$

**C)** L'energia $\mathcal{E}(x) \neq 1/2$

**D)** Lo spettro di energia $\mathcal{S}_x(f) \neq H(f)$

**E)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**Esercizio 7. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = k/2N$ ($k$ intero qualsiasi).

**B)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**D)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**Esercizio 8.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}\left(a+|t|\right)^2$

**B)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**D)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 47 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

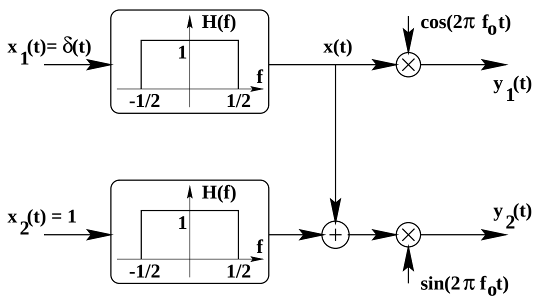


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**B)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) = \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**C)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**D)** La funzione di autocorrelazione di $x(t)$ vale $R_x(\tau) \neq \frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**E)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**Esercizio 2. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**B)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**C)** $y[n] = 0$

**D)** Nessuna delle altre risposte

**Esercizio 3. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**C)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**Esercizio 4. (Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}\left(a+|t|\right)^2$

**B)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**D)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**Esercizio 5. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**Esercizio 6. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-e^{-j\pi/N}} e^{j\frac{2\pi}{N}n}$.

**B)** Si ha $\text{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**Esercizio 7. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \cos(2\pi f_0 t)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

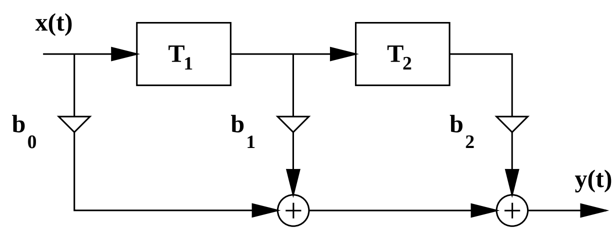


Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**B)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**C)** $T_1 = 1/(2f_0), T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 1, b_0 = b_2 = 1/2$

**D)** nessuno degli altri insiemi di valori

**E)** $T_1 = 2/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = 0, b_0 = -1, b_2 = 1$

**Esercizio 8.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 48 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-6]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{3} + \sin\frac{\pi n}{6}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{6}$

**B)** Nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 0$

**D)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{3}$

**Esercizio 2. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**Esercizio 3. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ non ha zeri sul cerchio unitario.

**B)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**C)** Si ha $\mathrm{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**Esercizio 4. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 5. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** La funzione di autocorrelazione $\Phi_{y_2}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)$

**B)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**C)** L'energia di $y_2(t)$ è finita

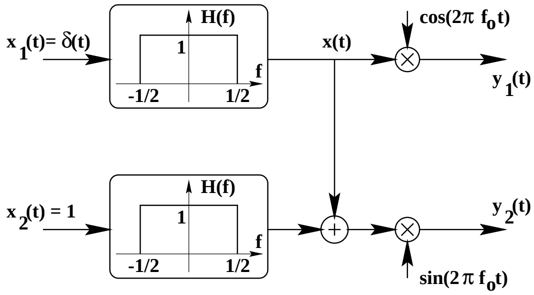


Figura 1: Sistema

**D)** L'energia $\mathcal{E}(x) \neq 1/2$

**E)** Lo spettro di energia $\mathcal{S}_x(f) \neq H(f)$

**Esercizio 6.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**C)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**Esercizio 7.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a+|t|)^2$

**C)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**Esercizio 8.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \sin(2\pi f_1 t + \pi/4)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

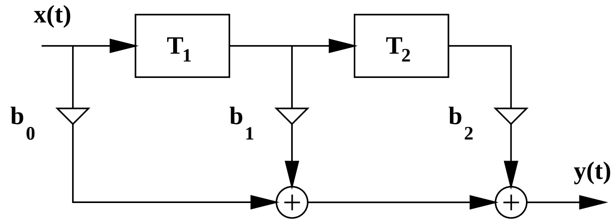

Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

**A)** nessuno degli altri insiemi di valori

**B)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**C)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**D)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**E)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_0 = 1/2, b_1 = 1/2, b_2 = 1$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 49 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**B)** Si ha $\mathrm{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**D)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi/N}}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n}$.

**Esercizio 2. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**B)** Lo spettro $\mathcal{S}_{y_1}(f) \neq \frac{1}{4}H(f - f_0) + \frac{1}{4}H(f + f_0)$

**C)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

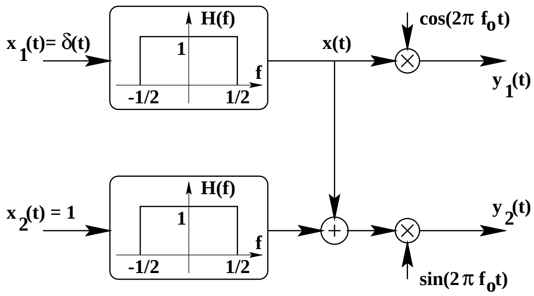


Figura 1: Sistema

**D)** La potenza $\mathcal{P}(y_2) = 1/2$

**E)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**Esercizio 3.** **(Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 4.** **(Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin \frac{\pi n}{2} + \sin \frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** Nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 0$

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**D)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**Esercizio 5.** **(Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 0, 1$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = 0.5^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + 1/2y[n-1] - 1/4y[n-2]$

**C)** $y[n] = x[n] - x[n-1] - 1/2y[n-1]$

**Esercizio 6.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}\left(a + |t|\right)^2$

**B)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**Esercizio 7.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \sin\left(2\pi f_1 t + \pi/4\right)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

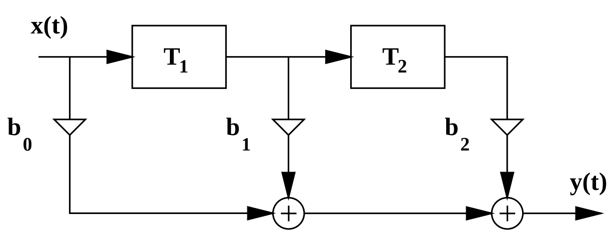

Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/f_1, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**B)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_1, b_0 = 1, b_1 = b_2 = 1/2$

**C)** nessuno degli altri insiemi di valori

**D)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1/2$

**E)** $T_1 = 1/f_1, T_2 = 1/(2f_1), b_0 = 1/2, b_1 = 1/2, b_2 = 1$

**Esercizio 8.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 50 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + \sin(2\pi f_0 t + \pi/3)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

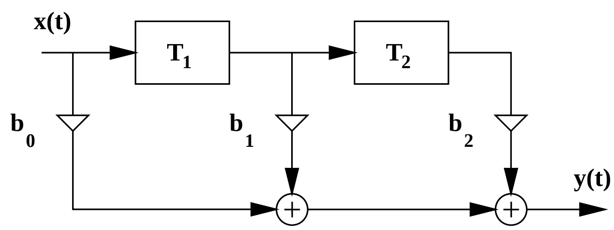


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 0, b_0 = b_2 = 1/2$

**B)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**C)** nessuno degli altri insiemi di valori

**D)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**E)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 3T_1, b_0 = 1/3, b_1 = 1/6, b_2 = -1/2$

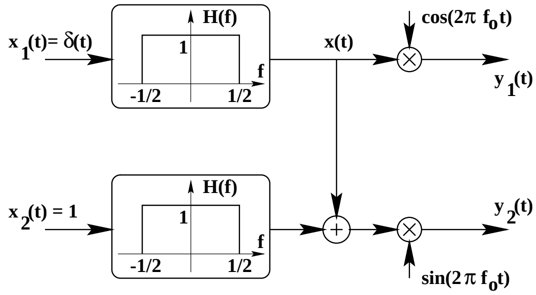


Figura 2: Sistema

**Esercizio 2. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** L'energia $\mathcal{E}(x) \neq 1/2$

**B)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**C)** Lo spettro di energia $\mathcal{S}_x(f) \neq H(f)$

**D)** La funzione di autocorrelazione $\Phi_{y_2}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)$

**E)** L'energia di $y_2(t)$ è finita

**Esercizio 3. (Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}(a+|t|)^2$

**B)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**Esercizio 4. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**Esercizio 5. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**C)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = k/2N$ ($k$ intero qualsiasi).

**D)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**Esercizio 6. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 7. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**Esercizio 8. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \cos\frac{\pi n}{2} + \cos\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** Nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{2}$

**C)** $y[n] = 0$

**D)** $y[n] = 2\cos\frac{\pi n}{4}$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 51 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 0$

**B)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**C)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**D)** Nessuna delle altre risposte

**Esercizio 2. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + \sin(2\pi f_0 t + \pi/3)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 3T_1, b_0 = 1/3, b_1 = 1/6, b_2 = -1/2$

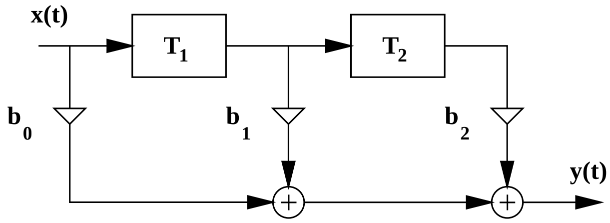


Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

**B)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**C)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 0, b_0 = b_2 = 1/2$

**D)** nessuno degli altri insiemi di valori

**E)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**Esercizio 3. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

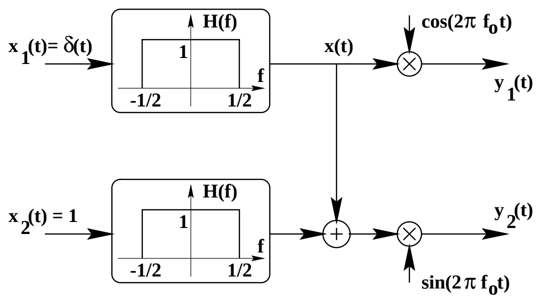


Figura 2: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**B)** La potenza $\mathcal{P}(y_2) = 1/2$

**C)** Lo spettro $\mathcal{S}_{y_1}(f) \neq \frac{1}{4}H(f - f_0) + \frac{1}{4}H(f + f_0)$

**D)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**E)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**Esercizio 4. (Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a + |t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}\left(a + |t|\right)^2$

**B)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**D)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**Esercizio 5. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**Esercizio 6. (Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(e^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(e^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**Esercizio 7. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 8. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ non ha zeri sul cerchio unitario.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**D)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 52 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \le n \le N-1 \\ -1 & \text{se } N \le n \le 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**B)** Si ha $\mathrm{DTFT}\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**D)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = \frac{4}{1-\mathrm{e}^{-\mathrm{j}\pi/N}}\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n}$.

**Esercizio 2. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T \int_{0}^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T \int_{0}^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T \int_{0}^{2/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 3. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**Esercizio 4. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-6]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{3} + \sin\frac{\pi n}{6}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{6}$

**B)** Nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 0$

**D)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{3}$

**Esercizio 5. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \cos(2\pi f_0 t)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** nessuno degli altri insiemi di valori

**B)** $T_1 = 2/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = 0, b_0 = -1, b_2 = 1$

**C)** $T_1 = 1/(2f_0), T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 1, b_0 = b_2 = 1/2$

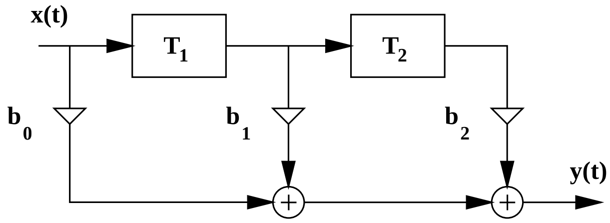

Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

**D)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**E)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**Esercizio 6.** **(1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

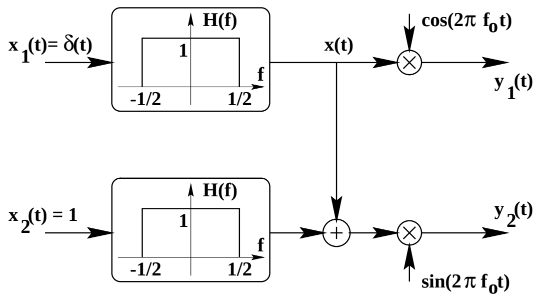

Figura 2: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** La densità spettrale di potenza $G_{y_2}(f) = \frac{1}{4}\delta(f - f_0) + \frac{1}{4}\delta(f + f_0)$

**B)** La funzione di autocorrelazione di $x(t)$ vale $R_x(\tau) \neq \frac{\sin(\pi\tau)}{\pi\tau}$

**C)** La potenza $\mathcal{P}(x) \neq 0$

**D)** L'energia $\mathcal{E}(y_1) \neq 1/2$

**E)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**Esercizio 7.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = -x[n] \qquad y[2n+1] = x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**Esercizio 8.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a} p_a(x) u(t) + \frac{1}{2a} p_{2a}(x) u(-t)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1 + 2tu(t)$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3} a^2 [1 + 2u(t)]$

**B)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = u(t)$

**C)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3} a^2$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12} a^2 [1 + 3u(-t)]$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 53 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-6]$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{3} + \sin\frac{\pi n}{6}$$

vale

**A)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{6}$

**B)** Nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 0$

**D)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{3}$

**Esercizio 2. (Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a}p_a(x)u(t) + \frac{1}{2a}p_{2a}(x)u(-t)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**B)** $m_x(t) = 1 + 2tu(t)$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2[1 + 2u(t)]$

**C)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = u(t)$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}a^2[1 + 3u(-t)]$

**Esercizio 3. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 1, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti

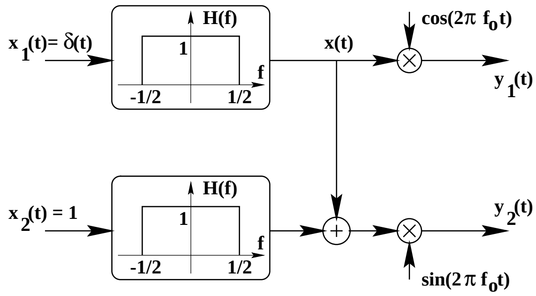


Figura 1: Sistema

affermazioni è corretta.

**A)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**B)** La funzione di autocorrelazione $\Phi_{y_2}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)$

**C)** Lo spettro di energia $\mathcal{S}_x(f) \neq H(f)$

**D)** L'energia di $y_2(t)$ è finita

**E)** L'energia $\mathcal{E}(x) \neq 1/2$

**Esercizio 4. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{5} \alpha_i \delta(t - iT)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 > T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 < T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{5} |\alpha_i|^2 = T \int_0^{1/T} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 5. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1 + \sin(2\pi f_0 t + \pi/3)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato

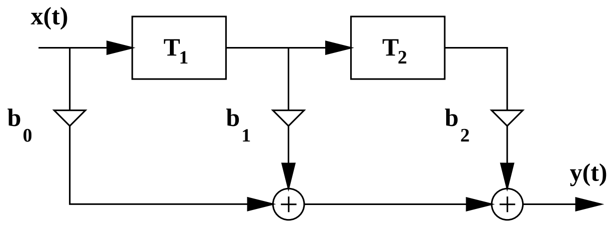


Figura 2: Schema a blocchi del sistema.

in figura 2 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**B)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**C)** nessuno degli altri insiemi di valori

**D)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 3T_1, b_0 = 1/3, b_1 = 1/6, b_2 = -1/2$

**E)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 0, b_0 = b_2 = 1/2$

**Esercizio 6. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**Esercizio 7. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha $e^{j\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**B)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**C)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = 0$.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ non ha zeri sul cerchio unitario.

**Esercizio 8.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(e^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(e^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(e^{-j2\pi f} - 1)$

**B)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j4\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

**C)** $Y(e^{j2\pi f}) = X(e^{j2\pi f})(1 - e^{-j2\pi f})$

# 16 Luglio 2010

# Compito TDS-MES (INF)

NOTA: **Consegnare il testo completo di tutti i fogli e la tabellina con le risposte, ricordandosi di riportare nell'apposito spazio nome e numero di matricola; riportare al più una risposta per ogni esercizio usando LETTERE MAIUSCOLE. Si invitano gli studenti a prendere nota del numero del compito e delle risposte date. Ciò permetterà un immediato confronto con le stringhe corrette che verranno pubblicate sul portale.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 54 |

| Esercizio | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Risposta | | | | | | | | |

**Esercizio 1.** **(Punti 1.5)** Si consideri una sequenza $x[n]$ con DTFT $X(\mathrm{e}^{j2\pi f})$. Si costruisca una sequenza $y[n]$ a partire da $x[n]$ con la regola:

$$y[2n] = x[n] \qquad y[2n+1] = -x[n]$$

La DTFT di $y[n]$, $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f})$, vale

**A)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**B)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j4\pi f})(\mathrm{e}^{-j2\pi f} - 1)$

**C)** $Y(\mathrm{e}^{j2\pi f}) = X(\mathrm{e}^{j2\pi f})(1 - \mathrm{e}^{-j2\pi f})$

**Esercizio 2.** **(Punti 1.5)** Si consideri un processo casuale $x(t)$ con densità di probabilità del primo ordine pari a

$$f_\xi(x;t) = \frac{1}{a+|t|} p_{a+|t|}(x)$$

dove $p_y(x)$ vale 1 per $|x| < y/2$ e zero altrove. Quanto valgono la media e la varianza di $x(t)$?

**A)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{3}a^2$

**B)** $m_x(t) = |t|$; $\sigma_x^2 = 1$

**C)** $m_x(t) = 1$; $\sigma_x^2 = 1$

**D)** $m_x(t) = 0$; $\sigma_x^2 = \frac{1}{12}\left(a + |t|\right)^2$

**Esercizio 3. (Punti 1)** Un filtro numerico è caratterizzato dalla relazione ingresso–uscita

$$y[n] = x[n] - x[n-4],$$

La risposta del filtro al segnale di ingresso

$$x[n] = \sin\frac{\pi n}{2} + \sin\frac{\pi n}{4}$$

vale

**A)** $y[n] = 0$

**B)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{2}$

**C)** Nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 2\sin\frac{\pi n}{4}$

**Esercizio 4. (Punti 1)** Si consideri il segnale

$$x(t) = \sum_{i=0}^{9} \alpha_i \delta(t - i2T)$$

dove le $\alpha_i$ sono costanti note. Si calcoli $|X(f)|^2$. Dire quali delle seguenti relazioni è corretta.

**A)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = T\int_0^{2/T} |X(f)|^2 df$

**B)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = 2T\int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**C)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df$

**D)** $\sum_{i=0}^{9} |\alpha_i|^2 > 2T\int_0^{1/(2T)} |X(f)|^2 df$

**Esercizio 5. (Punti 1)** Il segnale $x(t) = 1/2 + \cos(2\pi f_0 t)$ viene inviato in ingresso al sistema mostrato in figura 1 (dove i blocchi $T_i$ rappresentano dei ritardatori), ottenendo in uscita $y(t) = 1$. Indicare un insieme ammissibile di parametri del sistema:

**A)** nessuno degli altri insiemi di valori

**B)** $T_1 = 1/f_0, T_2 = 0, b_1 = -1, b_0 = b_2 = 1$

**C)** $T_1 = 2/f_0, T_2 = 1/f_0, b_1 = 0, b_0 = -1, b_2 = 1$

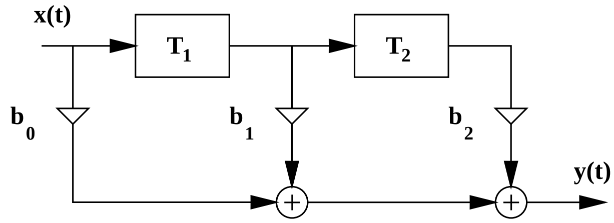

Figura 1: Schema a blocchi del sistema.

**D)** $T_1 = 0, T_2 = 1/f_0, b_0 = b_1 = b_2 = 1/3$

**E)** $T_1 = 1/(2f_0), T_2 = 1/(2f_0), b_1 = 1, b_0 = b_2 = 1/2$

**Esercizio 6. (Punti 1.5)** Si consideri un filtro numerico con risposta all'impulso

$$h[n] = \begin{cases} 1 & \text{se } 0 \leq n \leq N-1 \\ -1 & \text{se } N \leq n \leq 2N-1 \\ 0 & \textit{altrove} \end{cases}$$

con $N$ costante intera positiva. Dire quale delle seguenti affermazioni è **falsa**.

**A)** Si ha DTFT$\{h[n]\} = 0$ per $f = k/2N$ ($k$ intero qualsiasi).

**B)** Si ha $\mathrm{e}^{\mathrm{j}\frac{2\pi}{N}n} * h[n] = 0$.

**C)** La funzione di trasferimento del filtro $H(z)$ ha zeri sul cerchio unitario.

**D)** La funzione di trasferimento del filtro è $H(z) = (1 - z^{-N})^2/(1 - z^{-1})$.

**Esercizio 7. (Punti 1)** Si considerino due filtri numerici in cascata. Il primo ha risposta all'impulso $h_1[n] = 1$ per $n = 1, 2$ e zero altrove. Il secondo ha risposta all'impulso $h_2[n] = (1/4)^n u[n]$. Si indichi con $x[n]$ il segnale all'ingresso del primo filtro, $z[n]$ il segnale all'uscita del primo filtro e all'ingresso del secondo, e con $y[n]$ il segnale all'uscita del secondo filtro. La relazione ingresso–uscita dei due filtri in cascata è

**A)** $y[n] = x[n] + x[n-1] + 1/2y[n-1]$

**B)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1]$

**C)** $y[n] = x[n-1] + x[n-2] + 1/4y[n-1] - 1/8y[n-2]$

**Esercizio 8. (1.5 Punti)** Sia dato il sistema mostrato in figura 2, dove $f_0 > 1$. Indicare quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** L'energia di $y_2(t)$ è finita

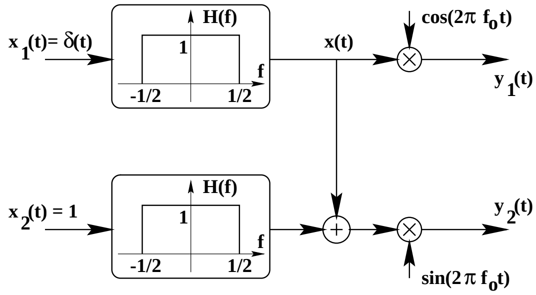


Figura 2: Sistema

**B)** La funzione di autocorrelazione $\Phi_{y_2}(\tau) \neq \frac{1}{2}\cos(2\pi f_0 \tau)$

**C)** Nessuna delle affermazioni presentate è corretta

**D)** Lo spettro di energia $\mathcal{S}_x(f) \neq H(f)$

**E)** L'energia $\mathcal{E}(x) \neq 1/2$