**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

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

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

**Esercizio 1.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è sempre stabile

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**E)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**Esercizio 2.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 1$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 3.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t-2kT)$ dove $q(t) = 3 \cdot tri[2t/T] - 3 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1-|t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 24/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**B)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**C)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**D)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 4.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 20\exp[j\pi n/2]$

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

**C)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

**Esercizio 5.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 0

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** 2j

**D)** 1

**E)** -2

**Esercizio 6.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 5$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

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

**B)** $y[n] = 10j$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 5$

**E)** $y[n] = 10\delta[n]$

**Esercizio 7.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 2$ per $0 \le t \le T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4T^2N_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4TN_0/2$

**Esercizio 8.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t + \varphi) - x(t)\sin(2\pi f_c t + \varphi)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $\varphi$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $2\pi$, e che $x(t)$ e $\varphi$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

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

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t-2kT)$ dove $q(t) = 4 \cdot tri[2t/T] - 4 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**B)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**C)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 32/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**Esercizio 2.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 2$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un amplificatore ideale

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**Esercizio 3.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = \frac{1}{\sqrt{T}}$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5/3$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**Esercizio 4.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**A)** nessuna delle altre risposte

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

**C)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

**D)** $y[n] = 20\exp[j\pi n/2]$

**E)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

**Esercizio 5.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 0

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** 1

**D)** 2

**E)** j

**Esercizio 6.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 2$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 4\delta[n]$

**D)** $y[n] = 4j$

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

**Esercizio 7.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t + \varphi) - x(t)\sin(2\pi f_c t + \varphi)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $\varphi$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $2\pi$, e che $x(t)$ e $\varphi$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 8.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 1$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + T^2N_0/2$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + TN_0/2$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

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

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

**Esercizio 1.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 1. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 3$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 3\delta[n]$

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

**C)** $y[n] = 3$

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

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 2.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t - \varphi_0) - x(t)\sin(2\pi f_c t - \varphi_1)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$ e che $\varphi_0$ e $\varphi_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra $-\pi$ e $\pi$, statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 3.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un amplificatore ideale

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 2$

**Esercizio 4.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 3 \cdot tri[2t/T] - 3 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 24/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**D)** $\mu_k = 0 \; \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k)^2 \; \forall k$ dispari

**E)** $\mu_k = 0 \; \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k^2) \; \forall k$ dispari

**Esercizio 5.**

Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

**D)** $y[n] = 20\exp[j\pi n/2]$

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

**Esercizio 6.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 2j

**B)** 0

**C)** -2

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** 1

**Esercizio 7.**

Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 4$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16T^2N_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16TN_0/2$

**Esercizio 8.**

Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 1$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T$.

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

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

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

**Esercizio 1.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 0.5\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** 9/4

**C)** j/2

**D)** 0

**E)** -1/4

**Esercizio 2.**

Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un amplificatore ideale

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 2$

**Esercizio 3.**

Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 3$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 9T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 9TN_0/2$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\sigma_Y^2 = 9T^2\sigma_\eta^2 + 9TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 9T^2\sigma_\eta^2 + 9T^2N_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 9T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 9TN_0/2$

**Esercizio 4.**

Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 2z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \cos[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**B)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\sin[\pi n/2]$

**C)** $y[n] = 2\exp[j\pi n/2]$

**D)** nessuna delle altre risposte

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

**Esercizio 5.**

Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t-2kT)$ dove $q(t) = 4 \cdot tri[2t/T] - 4 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**C)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**D)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**E)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 32/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**Esercizio 6.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 4. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 8\delta[n]$

**B)** $y[n] = 4$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 8j$

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

**Esercizio 7.**

Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = T$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 10T^3$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T^3$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T^3/3$.

**Esercizio 8.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_1)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, e che $t_0$ e $t_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra 0 e $1/f_c$ e statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

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

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

**Esercizio 1.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t - \varphi_0) - x(t)\sin(2\pi f_c t - \varphi_1)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$ e che $\varphi_0$ e $\varphi_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra $-\pi$ e $\pi$, statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5 R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 2.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = T$ per $|t| \le T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10$.

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T^3$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T^3/3$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 10T^3$.

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 4. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

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

**B)** $y[n] = 8\delta[n]$

**C)** $y[n] = 8j$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $y[n] = 4$

**Esercizio 4.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 2$ per $0 \le t \le T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4T^2N_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**Esercizio 5.**

Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

**D)** $y[n] = 20\exp[j\pi n/2]$

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

**Esercizio 6.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** 2

**C)** 0

**D)** 1

**E)** j

**Esercizio 7.**

Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 2$

**E)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un amplificatore ideale

**Esercizio 8.**

Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 3 \cdot tri[2t/T] - 3 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**D)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**E)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 24/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

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

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

**Esercizio 1.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**C)** L'uscita del sistema equivalente è identica all'ingresso.

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 4. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 8j$

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

**D)** $y[n] = 8\delta[n]$

**E)** $y[n] = 4$

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 20\exp[j\pi n/2]$

**B)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

**C)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

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

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 4.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 1$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + TN_0/2$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + T^2N_0/2$

**Esercizio 5.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 0.5\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** -1/4

**B)** 0

**C)** 9/4

**D)** j/2

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 6.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t-2kT)$ dove $q(t) = 3 \cdot tri[2t/T] - 3 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**B)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**C)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 24/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**Esercizio 7.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 1$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 8.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t + \varphi) - x(t)\sin(2\pi f_c t + \varphi)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $\varphi$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $2\pi$, e che $x(t)$ e $\varphi$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

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

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

**Esercizio 1.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 2z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \cos[\pi n/2]$

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

**B)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\sin[\pi n/2]$

**C)** $y[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $y[n] = 2\exp[j\pi n/2]$

**Esercizio 2.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = T$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T^3$.

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 10T^3$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T^3/3$.

**Esercizio 3.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 4 \cdot tri[2t/T] - 4 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 32/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**C)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**D)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**E)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**Esercizio 4.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_0)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $t_0$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $1/f_c$, e che $x(t)$ e $t_0$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 5.**

Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è sempre stabile

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**D)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 6.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 0

**B)** j

**C)** 2

**D)** 1

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 7.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 5$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 5$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 10j$

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

**E)** $y[n] = 10\delta[n]$

**Esercizio 8.**

Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 3$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 9T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 9TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = 9T^2\sigma_\eta^2 + 9TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = 9T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 9TN_0/2$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\sigma_Y^2 = 9T^2\sigma_\eta^2 + 9T^2N_0/2$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

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

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 2$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 20$.

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T/3$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**Esercizio 2.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**E)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro FIR

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

**B)** $y[n] = 20\exp[j\pi n/2]$

**C)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

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

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 4.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 3$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 9T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 9TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = 9T^2\sigma_\eta^2 + 9TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = 9T^2\sigma_\eta^2 + 9T^2N_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 9T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 9TN_0/2$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 5.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t-2kT)$ dove $q(t) = tri[2t/T] - tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**B)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 4/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**C)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 4/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**Esercizio 6.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** 2j

**C)** 1

**D)** 0

**E)** -2

**Esercizio 7.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t-t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t-t_1)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, e che $t_0$ e $t_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra 0 e $1/f_c$ e statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 8.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 1. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 3$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

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

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

**C)** $y[n] = 3\delta[n]$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $y[n] = 3$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

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

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

**Esercizio 1.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t - \varphi_0) - x(t)\sin(2\pi f_c t - \varphi_1)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$ e che $\varphi_0$ e $\varphi_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra $-\pi$ e $\pi$, statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 4. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 4$

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

**C)** $y[n] = 8j$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $y[n] = 8\delta[n]$

**Esercizio 3.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 4$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16T^2N_0/2$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**Esercizio 4.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 3 \cdot tri[2t/T] - 3 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**C)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 24/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**D)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**E)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**Esercizio 5.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**B)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro FIR

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 6.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 2j

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** 1

**D)** -2

**E)** 0

**Esercizio 7.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1+z^{-2})(1+2z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \cos[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**B)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\sin[\pi n/2]$

**C)** $y[n] = 2\exp[j\pi n/2]$

**D)** nessuna delle altre risposte

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

**Esercizio 8.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 2$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T/3$.

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 20$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T$.

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

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

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 2$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4TN_0/2$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4T^2N_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 4\delta[n]$

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

**D)** $y[n] = 2$

**E)** $y[n] = 4j$

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 4z^{-2})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 4\sin[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 4\exp[j\pi n/2]$

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

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 16\sin[\pi n/2]$

**E)** $y[n] = 1/\sqrt{8}\cos[\pi n/2]$

**Esercizio 4.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 0.5\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 0

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** j/2

**D)** -1/4

**E)** 9/4

**Esercizio 5.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t-2kT)$ dove $q(t) = 3 \cdot tri[2t/T] - 3 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $\mu_k = 0 \ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 24/(\pi k)^2 \ \forall k$ pari

**C)** $\mu_k = 0 \ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k)^2 \ \forall k$ dispari

**D)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**E)** $\mu_k = 0 \ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k^2) \ \forall k$ dispari

**Esercizio 6.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è sempre stabile

**Esercizio 7.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t-t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t-t_1)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, e che $t_0$ e $t_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra 0 e $1/f_c$ e statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5 R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 8.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 2$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T/3$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 20$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

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

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

**Esercizio 1.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 2$

**D)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un amplificatore ideale

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 2.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 1$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + T^2N_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + TN_0/2$

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 2j

**B)** 0

**C)** 1

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** -2

**Esercizio 4.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t + \varphi) - x(t)\sin(2\pi f_c t + \varphi)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $\varphi$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $2\pi$, e che $x(t)$ e $\varphi$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5 R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 5.**

Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = T$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T^3/3$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 10T^3$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T^3$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10$.

**Esercizio 6.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 4. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

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

**B)** $y[n] = 8\delta[n]$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 4$

**E)** $y[n] = 8j$

**Esercizio 7.**

Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 2z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \cos[\pi n/2]$

**A)** nessuna delle altre risposte

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

**C)** $y[n] = 2\exp[j\pi n/2]$

**D)** $y[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**E)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\sin[\pi n/2]$

**Esercizio 8.**

Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 2 \cdot tri[2t/T] - 2 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**B)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**E)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

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

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

**Esercizio 1.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 4z^{-2})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 4 \sin[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 1/\sqrt{8} \cos[\pi n/2]$

**B)** $y[n] = 16 \sin[\pi n/2]$

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

**D)** $y[n] = 4 \exp[j\pi n/2]$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 2.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 2$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4T^2N_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4TN_0/2$

**Esercizio 3.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**B)** L'uscita del sistema equivalente è identica all'ingresso.

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**Esercizio 4.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = T$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T^3/3$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T^3$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 10T^3$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10$.

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 5.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t-2kT)$ dove $q(t) = 3 \cdot tri[2t/T] - 3 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1-|t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**B)** $\mu_k = 0 \ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 24/(\pi k)^2 \ \forall k$ pari

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $\mu_k = 0 \ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k)^2 \ \forall k$ dispari

**E)** $\mu_k = 0 \ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k^2) \ \forall k$ dispari

**Esercizio 6.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t-t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t-t_1)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, e che $t_0$ e $t_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra 0 e $1/f_c$ e statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 7.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 1. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 3$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

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

**C)** $y[n] = 3\delta[n]$

**D)** $y[n] = 3$

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

**Esercizio 8.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 1

**B)** 2j

**C)** 0

**D)** -2

**E)** nessuna delle altre risposte

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

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

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

**Esercizio 1.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è sempre stabile

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**D)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**Esercizio 2.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 2$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T/3$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 20$.

**Esercizio 3.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_1)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, e che $t_0$ e $t_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra 0 e $1/f_c$ e statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 4.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 4z^{-2})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 4\sin[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 16\sin[\pi n/2]$

**B)** nessuna delle altre risposte

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

**D)** $y[n] = 4\exp[j\pi n/2]$

**E)** $y[n] = 1/\sqrt{8}\cos[\pi n/2]$

**Esercizio 5.**

Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 1$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + T^2N_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + TN_0/2$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 6.**

Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t-2kT)$ dove $q(t) = tri[2t/T] - tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 4/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**B)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 4/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**E)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**Esercizio 7.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 0

**B)** 2j

**C)** 1

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** -2

**Esercizio 8.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

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

**B)** $y[n] = 4j$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 2$

**E)** $y[n] = 4\delta[n]$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

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

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

**Esercizio 1.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 20\exp[j\pi n/2]$

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

**E)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

**Esercizio 2.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = \frac{1}{\sqrt{T}}$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5/3$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 0.5\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** j/2

**C)** 9/4

**D)** -1/4

**E)** 0

**Esercizio 4.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 1. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 3$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 3$

**B)** nessuna delle altre risposte

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

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

**E)** $y[n] = 3\delta[n]$

**Esercizio 5.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t - \varphi_0) - x(t)\sin(2\pi f_c t - \varphi_1)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$ e che $\varphi_0$ e $\varphi_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra $-\pi$ e $\pi$, statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5 R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 6.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 3 \cdot tri[2t/T] - 3 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**B)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 24/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**E)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**Esercizio 7.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**D)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro FIR

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 8.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 1$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + T^2 N_0/2$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + TN_0/2$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

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

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = T$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10$.

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 10T^3$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T^3/3$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T^3$.

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 2z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \cos[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 2\cos[\pi n/2]$

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

**C)** $y[n] = 2\exp[j\pi n/2]$

**D)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\sin[\pi n/2]$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 5$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

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

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 10\delta[n]$

**D)** $y[n] = 10j$

**E)** $y[n] = 5$

**Esercizio 4.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 1$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + T^2N_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + TN_0/2$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 5.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**C)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** L'uscita del sistema equivalente è identica all'ingresso.

**Esercizio 6.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 0

**B)** 2

**C)** j

**D)** 1

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 7.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t-2kT)$ dove $q(t) = 2 \cdot tri[2t/T] - 2 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**B)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**C)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**D)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 8.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t + \varphi) - x(t)\sin(2\pi f_c t + \varphi)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $\varphi$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $2\pi$, e che $x(t)$ e $\varphi$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

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

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 1$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + T^2N_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + TN_0/2$

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 0.5\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 9/4

**B)** 0

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** j/2

**E)** -1/4

**Esercizio 3.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_0)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $t_0$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $1/f_c$, e che $x(t)$ e $t_0$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 4.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**C)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro FIR

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**Esercizio 5.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 5$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

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

**B)** $y[n] = 5$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 10\delta[n]$

**E)** $y[n] = 10j$

**Esercizio 6.**

Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 1$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**Esercizio 7.**

Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

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

**C)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $y[n] = 20\exp[j\pi n/2]$

**Esercizio 8.**

Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = tri[2t/T] - tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 4/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**C)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 4/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**D)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**E)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 16 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = T$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 10T^3$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T^3$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T^3/3$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10$.

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** 2j

**C)** 0

**D)** 1

**E)** -2

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 4\delta[n]$

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

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 4j$

**E)** $y[n] = 2$

**Esercizio 4.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_0)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $t_0$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $1/f_c$, e che $x(t)$ e $t_0$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 5.**

Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 4z^{-2})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 4\sin[\pi n/2]$

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 16\sin[\pi n/2]$

**C)** $y[n] = 1/\sqrt{8}\cos[\pi n/2]$

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

**E)** $y[n] = 4\exp[j\pi n/2]$

**Esercizio 6.**

Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 1$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + T^2N_0/2$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + TN_0/2$

**Esercizio 7.**

Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è sempre stabile

**E)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**Esercizio 8.**

Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 2 \cdot tri[2t/T] - 2 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**D)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**E)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 17 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 1$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + TN_0/2$
**B)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + TN_0/2$
**C)** nessuna delle altre risposte
**D)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + T^2N_0/2$
**E)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + TN_0/2$

**Esercizio 2.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t-2kT)$ dove $q(t) = 3 \cdot tri[2t/T] - 3 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier
**B)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari
**C)** nessuna delle altre risposte
**D)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari
**E)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 24/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**Esercizio 3.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 2$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T/3$.
**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T$.
**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.
**D)** nessuna delle altre risposte
**E)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 20$.

**Esercizio 4.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t - \varphi_0) - x(t)\sin(2\pi f_c t - \varphi_1)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$ e che $\varphi_0$ e $\varphi_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra $-\pi$ e $\pi$, statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5 R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 5.**

Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**E)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro FIR

**Esercizio 6.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 2

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** j

**D)** 1

**E)** 0

**Esercizio 7.**

Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

**B)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

**C)** $y[n] = 20\exp[j\pi n/2]$

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

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 8.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 1. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 3$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

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

**B)** $y[n] = 3\delta[n]$

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

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $y[n] = 3$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 18 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 4$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16T^2N_0/2$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 5$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 10j$

**B)** $y[n] = 10\delta[n]$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 5$

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

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

**C)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

**D)** $y[n] = 20\exp[j\pi n/2]$

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

**Esercizio 4.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**C)** L'uscita del sistema equivalente è identica all'ingresso.

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**Esercizio 5.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_0)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $t_0$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $1/f_c$, e che $x(t)$ e $t_0$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 6.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = \frac{1}{\sqrt{T}}$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5/3$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T$.

**Esercizio 7.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 2 \cdot tri[2t/T] - 2 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**B)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**C)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**Esercizio 8.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 2

**B)** j

**C)** 0

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** 1

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 19 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 0.5\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 9/4

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** -1/4

**D)** j/2

**E)** 0

**Esercizio 2.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t-t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t-t_1)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, e che $t_0$ e $t_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra 0 e $1/f_c$ e statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1+z^{-2})(1+2z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \cos[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 2\exp[j\pi n/2]$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 2\cos[\pi n/2]$

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

**E)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\sin[\pi n/2]$

**Esercizio 4.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 2$

**C)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un amplificatore ideale

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 5.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 1$ per $|t| \le T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T$.

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**Esercizio 6.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 2$ per $0 \le t \le T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4T^2N_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 7.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 3 \cdot tri[2t/T] - 3 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**B)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**C)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 24/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**D)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 8.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 1. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 3$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 3\delta[n]$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 3$

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

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

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 20 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 4. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

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

**B)** $y[n] = 8j$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 8\delta[n]$

**E)** $y[n] = 4$

**Esercizio 2.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 2$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 20$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T/3$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T$.

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**Esercizio 3.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è sempre stabile

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**Esercizio 4.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_0)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $t_0$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $1/f_c$, e che $x(t)$ e $t_0$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 5.**

Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 2$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4TN_0/2$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4T^2N_0/2$

**Esercizio 6.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 0.5\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 0

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** 9/4

**D)** j/2

**E)** -1/4

**Esercizio 7.**

Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

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

**B)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 20\exp[j\pi n/2]$

**E)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

**Esercizio 8.**

Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 3 \cdot tri[2t/T] - 3 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 24/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**B)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**C)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 21 |

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

**Esercizio 1.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_1)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, e che $t_0$ e $t_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra 0 e $1/f_c$ e statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 2.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 1$ per $0 \le t \le T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + T^2N_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + TN_0/2$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + TN_0/2$

**Esercizio 3.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**C)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro FIR

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**Esercizio 4.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

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

**D)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

**E)** $y[n] = 20\exp[j\pi n/2]$

**Esercizio 5.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 0.5\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** j/2

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** -1/4

**D)** 9/4

**E)** 0

**Esercizio 6.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 5$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 10\delta[n]$

**B)** $y[n] = 5$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 10j$

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

**Esercizio 7.**

Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = \frac{1}{\sqrt{T}}$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5/3$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 8.**

Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 3 \cdot tri[2t/T] - 3 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 24/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**B)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**C)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 22 |

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

**Esercizio 1.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t-t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t-t_0)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $t_0$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $1/f_c$, e che $x(t)$ e $t_0$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 2.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t-2kT)$ dove $q(t) = tri[2t/T] - tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 4/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**B)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**C)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 4/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 20\exp[j\pi n/2]$

**D)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

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

**Esercizio 4.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 1. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 3$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

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

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

**D)** $y[n] = 3\delta[n]$

**E)** $y[n] = 3$

**Esercizio 5.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 1$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T$.

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 6.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**C)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**D)** L'uscita del sistema equivalente è identica all'ingresso.

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 7.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 4$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16T^2N_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 8.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 2j

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** 0

**D)** -2

**E)** 1

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 23 |

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

**Esercizio 1.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro FIR

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

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

**C)** $y[n] = 2$

**D)** $y[n] = 4\delta[n]$

**E)** $y[n] = 4j$

**Esercizio 3.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 2$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4T^2N_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4TN_0/2$

**Esercizio 4.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = \frac{1}{\sqrt{T}}$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5/3$.

**Esercizio 5.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t + \varphi) - x(t)\sin(2\pi f_c t + \varphi)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $\varphi$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $2\pi$, e che $x(t)$ e $\varphi$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5 R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 6.**

Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 4 \cdot tri[2t/T] - 4 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0 \ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 32/(\pi k)^2 \ \forall k$ pari

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\mu_k = 0 \ \forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2 \ \forall k$ dispari

**D)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**E)** $\mu_k = 0 \ \forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k^2) \ \forall k$ dispari

**Esercizio 7.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 2j

**B)** 0

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** -2

**E)** 1

**Esercizio 8.**

Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1+z^{-2})(1+z^{-2})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \sin[\pi n/2]$

**A)** nessuna delle altre risposte

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

**C)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\cos[\pi n/2]$

**D)** $y[n] = 4\exp[j\pi n/2]$

**E)** $y[n] = 4\sin[\pi n/2]$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 24 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 4$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16T^2N_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16TN_0/2$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 2.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_0)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $t_0$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $1/f_c$, e che $x(t)$ e $t_0$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 3.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 2$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 20$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T/3$.

**Esercizio 4.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 4 \cdot tri[2t/T] - 4 \cdot tri[(2(t - T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**B)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 32/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**E)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**Esercizio 5.**

Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**B)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un amplificatore ideale

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 2$

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**Esercizio 6.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** 1

**C)** 0

**D)** 2j

**E)** -2

**Esercizio 7.**

Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 4z^{-2})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 4\sin[\pi n/2]$

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

**B)** $y[n] = 1/\sqrt{8}\cos[\pi n/2]$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 16\sin[\pi n/2]$

**E)** $y[n] = 4\exp[j\pi n/2]$

**Esercizio 8.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 4. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 4$

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

**C)** $y[n] = 8j$

**D)** $y[n] = 8\delta[n]$

**E)** nessuna delle altre risposte

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 25 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 1

**B)** 2j

**C)** 0

**D)** -2

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1+z^{-2})(1+z^{-2})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \sin[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 4\exp[j\pi n/2]$

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

**C)** $y[n] = 4\sin[\pi n/2]$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\cos[\pi n/2]$

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 2$

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

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 4\delta[n]$

**E)** $y[n] = 4j$

**Esercizio 4.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t + \varphi) - x(t)\sin(2\pi f_c t + \varphi)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $\varphi$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $2\pi$, e che $x(t)$ e $\varphi$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 5.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 2 \cdot tri[2t/T] - 2 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**B)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**C)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**Esercizio 6.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**C)** L'uscita del sistema equivalente è identica all'ingresso.

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 7.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 1$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5$.

**Esercizio 8.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 3$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 9T^2\sigma_\eta^2 + 9TN_0/2$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\sigma_Y^2 = 9T^2\sigma_\eta^2 + 9T^2N_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 9T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 9TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 9T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 9TN_0/2$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 26 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 5$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 10\delta[n]$

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

**C)** $y[n] = 5$

**D)** $y[n] = 10j$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 2.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t-2kT)$ dove $q(t) = 4 \cdot tri[2t/T] - 4 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**B)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 32/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**E)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**Esercizio 3.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t - \varphi_0) - x(t)\sin(2\pi f_c t - \varphi_1)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$ e che $\varphi_0$ e $\varphi_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra $-\pi$ e $\pi$, statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5 R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 4.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 1$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T$.

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**Esercizio 5.**

Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 4z^{-2})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 4\sin[\pi n/2]$

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

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 1/\sqrt{8}\cos[\pi n/2]$

**D)** $y[n] = 16\sin[\pi n/2]$

**E)** $y[n] = 4\exp[j\pi n/2]$

**Esercizio 6.**

Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è sempre stabile

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**Esercizio 7.**

Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 4$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16T^2N_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16TN_0/2$

**Esercizio 8.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** -2

**B)** 0

**C)** 1

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** 2j

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 27 |

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

**Esercizio 1.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 2$

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**C)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un amplificatore ideale

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 20\exp[j\pi n/2]$

**C)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

**D)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

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

**Esercizio 3.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 3$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $\sigma_Y^2 = 9T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 9TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = 9T^2\sigma_\eta^2 + 9TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 9T^2\sigma_\eta^2 + 9T^2N_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 9T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 9TN_0/2$

**Esercizio 4.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 5$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 10\delta[n]$

**C)** $y[n] = 5$

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

**E)** $y[n] = 10j$

**Esercizio 5.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** 1

**C)** j

**D)** 0

**E)** 2

**Esercizio 6.**

Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = tri[2t/T] - tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 4/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**B)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 4/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**C)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**D)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 7.**

Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 2$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 20$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T/3$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T$.

**Esercizio 8.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_1)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, e che $t_0$ e $t_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra 0 e $1/f_c$ e statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5 R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 28 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 1

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** j

**D)** 0

**E)** 2

**Esercizio 2.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = \frac{1}{\sqrt{T}}$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5/3$.

**Esercizio 3.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 3$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 9T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 9TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = 9T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 9TN_0/2$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $\sigma_Y^2 = 9T^2\sigma_\eta^2 + 9T^2N_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 9T^2\sigma_\eta^2 + 9TN_0/2$

**Esercizio 4.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**C)** L'uscita del sistema equivalente è identica all'ingresso.

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**Esercizio 5.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t + \varphi) - x(t)\sin(2\pi f_c t + \varphi)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $\varphi$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $2\pi$, e che $x(t)$ e $\varphi$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5 R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 6.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 4 \cdot tri[2t/T] - 4 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**C)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 32/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**D)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**E)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**Esercizio 7.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 5$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 10j$

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

**D)** $y[n] = 10\delta[n]$

**E)** $y[n] = 5$

**Esercizio 8.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

**B)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 20\exp[j\pi n/2]$

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

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 29 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 1$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + T^2 N_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + TN_0/2$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 4z^{-2})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 4\sin[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 1/\sqrt{8}\cos[\pi n/2]$

**B)** $y[n] = 16\sin[\pi n/2]$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 4\exp[j\pi n/2]$

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

**Esercizio 3.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro FIR

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**Esercizio 4.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 4. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 8\delta[n]$

**B)** $y[n] = 8j$

**C)** nessuna delle altre risposte

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

**E)** $y[n] = 4$

**Esercizio 5.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 0

**B)** -2

**C)** 2j

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** 1

**Esercizio 6.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 1$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5$.

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T$.

**Esercizio 7.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_0)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $t_0$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $1/f_c$, e che $x(t)$ e $t_0$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 8.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = tri[2t/T] - tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0 \ \forall k$ pari, e $\mu_k = 4/(\pi k^2) \ \forall k$ dispari

**B)** $\mu_k = 0 \ \forall k$ pari, e $\mu_k = 4/(\pi k)^2 \ \forall k$ dispari

**C)** $\mu_k = 0 \ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2 \ \forall k$ pari

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 30 |

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

**Esercizio 1.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**D)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro FIR

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 2

**B)** j

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** 0

**E)** 1

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 2z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \cos[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 2\cos[\pi n/2]$

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

**C)** $y[n] = 2\exp[j\pi n/2]$

**D)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\sin[\pi n/2]$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 4.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t - \varphi_0) - x(t)\sin(2\pi f_c t - \varphi_1)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$ e che $\varphi_0$ e $\varphi_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra $-\pi$ e $\pi$, statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 5.**

Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t-2kT)$ dove $q(t) = 2\cdot tri[2t/T] - 2\cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1-|t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**B)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**C)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**Esercizio 6.**

Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 2$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4T^2N_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4TN_0/2$

**Esercizio 7.**

Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = \frac{1}{\sqrt{T}}$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5/3$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**Esercizio 8.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 1. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 3$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 3\delta[n]$

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

**C)** nessuna delle altre risposte

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

**E)** $y[n] = 3$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 31 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 1$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + T^2N_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + TN_0/2$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + TN_0/2$

**Esercizio 2.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 3 \cdot tri[2t/T] - 3 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**C)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 24/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**D)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**E)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**Esercizio 3.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 2$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 20$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T/3$.

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T$.

**Esercizio 4.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 2j

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** 0

**D)** -2

**E)** 1

**Esercizio 5.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1+z^{-2})(1+z^{-2})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \sin[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 4\exp[j\pi n/2]$

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

**C)** $y[n] = 4\sin[\pi n/2]$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\cos[\pi n/2]$

**Esercizio 6.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** L'uscita del sistema equivalente è identica all'ingresso.

**D)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**Esercizio 7.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 1. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 3$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 3\delta[n]$

**B)** $y[n] = 3$

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

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

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 8.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_1)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, e che $t_0$ e $t_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra 0 e $1/f_c$ e statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 32 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

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

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 20\exp[j\pi n/2]$

**D)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

**E)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

**Esercizio 2.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = \frac{1}{\sqrt{T}}$ per $|t| \le T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5/3$.

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** j

**B)** 2

**C)** 1

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** 0

**Esercizio 4.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t - \varphi_0) - x(t)\sin(2\pi f_c t - \varphi_1)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$ e che $\varphi_0$ e $\varphi_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra $-\pi$ e $\pi$, statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5 R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 5.**

Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro FIR

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**Esercizio 6.**

Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 4 \cdot tri[2t/T] - 4 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**B)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**E)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 32/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**Esercizio 7.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 1. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 3$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

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

**B)** nessuna delle altre risposte

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

**D)** $y[n] = 3\delta[n]$

**E)** $y[n] = 3$

**Esercizio 8.**

Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 2$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4T^2N_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 33 |

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

**Esercizio 1.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_0)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $t_0$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $1/f_c$, e che $x(t)$ e $t_0$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 2.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 3 \cdot tri[2t/T] - 3 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 24/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**B)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**C)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**D)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 3.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 3$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 9T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 9TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = 9T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 9TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = 9T^2\sigma_\eta^2 + 9T^2N_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 9T^2\sigma_\eta^2 + 9TN_0/2$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 4.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**C)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è sempre stabile

**Esercizio 5.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 0.5\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** -1/4

**B)** 9/4

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** j/2

**E)** 0

**Esercizio 6.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 4. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

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

**B)** $y[n] = 4$

**C)** $y[n] = 8\delta[n]$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $y[n] = 8j$

**Esercizio 7.**

Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 4z^{-2})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 4\sin[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 4\exp[j\pi n/2]$

**B)** $y[n] = 1/\sqrt{8}\cos[\pi n/2]$

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

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $y[n] = 16\sin[\pi n/2]$

**Esercizio 8.**

Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 2$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 20$.

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T/3$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T$.

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 34 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 0.5\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** -1/4

**B)** 0

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** j/2

**E)** 9/4

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 1. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 3$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

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

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

**D)** $y[n] = 3$

**E)** $y[n] = 3\delta[n]$

**Esercizio 3.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 3 \cdot tri[2t/T] - 3 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**B)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**C)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 24/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**Esercizio 4.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t + \varphi) - x(t)\sin(2\pi f_c t + \varphi)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $\varphi$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $2\pi$, e che $x(t)$ e $\varphi$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5 R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 5.**

Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

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

**B)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

**C)** $y[n] = 20\exp[j\pi n/2]$

**D)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 6.**

Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**C)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro FIR

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 7.**

Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 4$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16T^2N_0/2$

**Esercizio 8.**

Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = T$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 10T^3$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T^3/3$.

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T^3$.

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 35 |

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

**Esercizio 1.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un amplificatore ideale

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 2$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**Esercizio 2.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t-2kT)$ dove $q(t) = 2 \cdot tri[2t/T] - 2 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**B)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**C)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**Esercizio 3.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 1$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + T^2N_0/2$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + TN_0/2$

**Esercizio 4.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 1$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**Esercizio 5.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 2z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \cos[\pi n/2]$

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 2\exp[j\pi n/2]$

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

**D)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\sin[\pi n/2]$

**E)** $y[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**Esercizio 6.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 2j

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** -2

**D)** 0

**E)** 1

**Esercizio 7.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 4. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 8j$

**B)** $y[n] = 8\delta[n]$

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

**D)** $y[n] = 4$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 8.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_0)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $t_0$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $1/f_c$, e che $x(t)$ e $t_0$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 36 |

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

**Esercizio 1.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t + \varphi) - x(t)\sin(2\pi f_c t + \varphi)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $\varphi$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $2\pi$, e che $x(t)$ e $\varphi$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 2z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \cos[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**B)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\sin[\pi n/2]$

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

**D)** $y[n] = 2\exp[j\pi n/2]$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** -2

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** 2j

**D)** 0

**E)** 1

**Esercizio 4.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 4$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16T^2N_0/2$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16TN_0/2$

**Esercizio 5.**

Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** L'uscita del sistema equivalente è identica all'ingresso.

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**E)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**Esercizio 6.**

Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 2$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T/3$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 20$.

**Esercizio 7.**

Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 2 \cdot tri[2t/T] - 2 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**B)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**C)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**D)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 8.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 1. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 3$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 3$

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

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

**E)** $y[n] = 3\delta[n]$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 37 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t-2kT)$ dove $q(t) = 2 \cdot tri[2t/T] - 2 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0 \ \forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k^2) \ \forall k$ dispari

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\mu_k = 0 \ \forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2 \ \forall k$ dispari

**D)** $\mu_k = 0 \ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2 \ \forall k$ pari

**E)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 2j

**B)** -2

**C)** 0

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** 1

**Esercizio 3.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t-t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t-t_1)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, e che $t_0$ e $t_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra 0 e $1/f_c$ e statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 4.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t-iT)$$

dove $r(t) = 2$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T/3$.

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 20$.

**Esercizio 5.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 1. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 3$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 3$

**B)** $y[n] = 3\delta[n]$

**C)** nessuna delle altre risposte

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

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

**Esercizio 6.**

Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**B)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**D)** L'uscita del sistema equivalente è identica all'ingresso.

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 7.**

Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 2z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \cos[\pi n/2]$

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**C)** $y[n] = 2\exp[j\pi n/2]$

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

**E)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\sin[\pi n/2]$

**Esercizio 8.**

Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 1$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + T^2N_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + TN_0/2$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 38 |

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

**Esercizio 1.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t + \varphi) - x(t)\sin(2\pi f_c t + \varphi)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $\varphi$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $2\pi$, e che $x(t)$ e $\varphi$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** 1

**C)** 2

**D)** 0

**E)** j

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 2z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \cos[\pi n/2]$

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

**B)** $y[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $y[n] = 2\exp[j\pi n/2]$

**E)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\sin[\pi n/2]$

**Esercizio 4.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**B)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un amplificatore ideale

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 2$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 5.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 1$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**Esercizio 6.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 1. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 3$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

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

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 3$

**D)** $y[n] = 3\delta[n]$

**E)** $y[n] = j$

**Esercizio 7.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 2 \cdot tri[2t/T] - 2 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $\mu_k = 0 \ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2 \ \forall k$ pari

**C)** $\mu_k = 0 \ \forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k^2) \ \forall k$ dispari

**D)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**E)** $\mu_k = 0 \ \forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2 \ \forall k$ dispari

**Esercizio 8.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 4$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16T^2N_0/2$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16TN_0/2$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 39 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 1$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + T^2N_0/2$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + TN_0/2$

**Esercizio 2.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro FIR

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**Esercizio 3.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 3 \cdot tri[2t/T] - 3 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**B)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 24/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**E)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**Esercizio 4.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 2

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** 1

**D)** j

**E)** 0

**Esercizio 5.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 5$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 10j$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 10\delta[n]$

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

**E)** $y[n] = 5$

**Esercizio 6.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 4z^{-2})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 4\sin[\pi n/2]$

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 16\sin[\pi n/2]$

**C)** $y[n] = 4\exp[j\pi n/2]$

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

**E)** $y[n] = 1/\sqrt{8}\cos[\pi n/2]$

**Esercizio 7.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_0)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $t_0$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $1/f_c$, e che $x(t)$ e $t_0$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 8.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = T$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T^3/3$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T^3$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 10T^3$.

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 40 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 1$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5$.

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 0.5\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** j/2

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** -1/4

**D)** 0

**E)** 9/4

**Esercizio 3.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 2$

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**C)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un amplificatore ideale

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**Esercizio 4.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1+z^{-2})(1+z^{-2})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \sin[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 4\exp[j\pi n/2]$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\cos[\pi n/2]$

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

**E)** $y[n] = 4\sin[\pi n/2]$

**Esercizio 5.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 4. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 4$

**B)** nessuna delle altre risposte

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

**D)** $y[n] = 8\delta[n]$

**E)** $y[n] = 8j$

**Esercizio 6.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t - \varphi_0) - x(t)\sin(2\pi f_c t - \varphi_1)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$ e che $\varphi_0$ e $\varphi_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra $-\pi$ e $\pi$, statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 7.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = tri[2t/T] - tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**B)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 4/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**C)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 4/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**D)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 8.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 4$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16T^2 N_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16TN_0/2$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 41 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t-2kT)$ dove $q(t) = tri[2t/T] - tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 4/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**B)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**C)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 4/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 4. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 4$

**B)** nessuna delle altre risposte

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

**D)** $y[n] = 8\delta[n]$

**E)** $y[n] = 8j$

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 4z^{-2})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 4\sin[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 4\exp[j\pi n/2]$

**B)** $y[n] = 1/\sqrt{8}\cos[\pi n/2]$

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

**D)** $y[n] = 16\sin[\pi n/2]$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 4.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t + \varphi) - x(t)\sin(2\pi f_c t + \varphi)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $\varphi$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $2\pi$, e che $x(t)$ e $\varphi$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 5.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** -2

**B)** 1

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** 2j

**E)** 0

**Esercizio 6.**

Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = \frac{1}{\sqrt{T}}$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5/3$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T$.

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**Esercizio 7.**

Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 2$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4TN_0/2$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4T^2N_0/2$

**Esercizio 8.**

Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** L'uscita del sistema equivalente è identica all'ingresso.

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**E)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 42 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 1

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** 2

**D)** j

**E)** 0

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 20\exp[j\pi n/2]$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

**D)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

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

**Esercizio 3.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 1$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + T^2N_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + TN_0/2$

**Esercizio 4.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = T$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T^3$.

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T^3/3$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 10T^3$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10$.

**Esercizio 5.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 5$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** $y[n] = 10j$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 5$

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

**E)** $y[n] = 10\delta[n]$

**Esercizio 6.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**E)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro FIR

**Esercizio 7.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_1)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, e che $t_0$ e $t_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra 0 e $1/f_c$ e statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 8.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 3 \cdot tri[2t/T] - 3 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 24/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**B)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**C)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 43 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t-2kT)$ dove $q(t) = 2 \cdot tri[2t/T] - 2 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**B)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**E)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 8/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 2$

**C)** $y[n] = 4j$

**D)** $y[n] = 4\delta[n]$

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

**Esercizio 3.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t - \varphi_0) - x(t)\sin(2\pi f_c t - \varphi_1)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$ e che $\varphi_0$ e $\varphi_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra $-\pi$ e $\pi$, statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 4.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 2$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 20$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T/3$.

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 5.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**B)** L'uscita del sistema equivalente è identica all'ingresso.

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**E)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**Esercizio 6.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** -2

**B)** 2j

**C)** 0

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** 1

**Esercizio 7.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 2$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4T^2N_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**Esercizio 8.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 2z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \cos[\pi n/2]$

**A)** nessuna delle altre risposte

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

**C)** $y[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**D)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\sin[\pi n/2]$

**E)** $y[n] = 2\exp[j\pi n/2]$

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 44 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 1$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + T^2N_0/2$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + TN_0/2$

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 1

**B)** 2

**C)** 0

**D)** j

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 3.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_1)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, e che $t_0$ e $t_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra 0 e $1/f_c$ e statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 4.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 4z^{-2})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 4\sin[\pi n/2]$

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

**B)** $y[n] = 4\exp[j\pi n/2]$

**C)** $y[n] = 1/\sqrt{8}\cos[\pi n/2]$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $y[n] = 16\sin[\pi n/2]$

**Esercizio 5.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = \frac{1}{\sqrt{T}}$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T$.

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5/3$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**Esercizio 6.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

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

**B)** $y[n] = 2$

**C)** $y[n] = 4\delta[n]$

**D)** $y[n] = 4j$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 7.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**B)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è sempre stabile

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**Esercizio 8.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = tri[2t/T] - tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 4/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**D)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 4/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**E)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 8/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 45 |

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

**Esercizio 1.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t - \varphi_0) - x(t)\sin(2\pi f_c t - \varphi_1)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$ e che $\varphi_0$ e $\varphi_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra $-\pi$ e $\pi$, statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 2.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

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

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 2$

**D)** $y[n] = 4j$

**E)** $y[n] = 4\delta[n]$

**Esercizio 3.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**E)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro FIR

**Esercizio 4.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 5z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 10\cos[\pi n/2]$

**C)** $y[n] = 1/\sqrt{20}\sin[\pi n/2]$

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

**E)** $y[n] = 20 \exp[j\pi n/2]$

**Esercizio 5.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = T$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10$.

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T^3$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T^3/3$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 10T^3$.

**Esercizio 6.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + \delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 0

**B)** j

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** 2

**E)** 1

**Esercizio 7.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 3$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 9T^2\sigma_\eta^2 + 9TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = 9T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 9TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = 9T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 9TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 9T^2\sigma_\eta^2 + 9T^2N_0/2$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 8.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 3 \cdot tri[2t/T] - 3 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**B)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 24/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**C)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**D)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 12/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**E)** nessuna delle altre risposte

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 46 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 3$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = 9T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 9TN_0/2$

**B)** $\sigma_Y^2 = 9T^2\sigma_\eta^2 + 9TN_0/2$

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $\sigma_Y^2 = 9T^2\sigma_\eta^2 + 9T^2N_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 9T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 9TN_0/2$

**Esercizio 2.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t + \varphi) - x(t)\sin(2\pi f_c t + \varphi)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $\varphi$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $2\pi$, e che $x(t)$ e $\varphi$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** 1

**C)** 0

**D)** 2j

**E)** -2

**Esercizio 4.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 2$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**E)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un amplificatore ideale

**Esercizio 5.**

Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 2$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 20$.

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T/3$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T$.

**Esercizio 6.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 4j$

**C)** $y[n] = 2$

**D)** $y[n] = 4\delta[n]$

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

**Esercizio 7.**

Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1+z^{-2})(1+z^{-2})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \sin[\pi n/2]$

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $y[n] = 4\exp[j\pi n/2]$

**C)** $y[n] = 4\sin[\pi n/2]$

**D)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\cos[\pi n/2]$

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

**Esercizio 8.**

Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 4 \cdot tri[2t/T] - 4 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 32/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**B)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**E)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 47 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 2$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 4T^2\sigma_\eta^2 + 4T^2N_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 4T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 4TN_0/2$

**Esercizio 2.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 4 \cdot tri[2t/T] - 4 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k^2)$ $\forall k$ dispari

**C)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2$ $\forall k$ dispari

**D)** $\mu_k = 0$ $\forall k$ dispari, e $\mu_k = 32/(\pi k)^2$ $\forall k$ pari

**E)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 2$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

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

**B)** $y[n] = 2$

**C)** $y[n] = 4\delta[n]$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $y[n] = 4j$

**Esercizio 4.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = 2$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 20$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 20T/3$.

**Esercizio 5.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_1)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, e che $t_0$ e $t_1$ sono variabili aleatorie uniformemente distribuite tra 0 e $1/f_c$ e statisticamente indipendenti tra loro e da $x(t)$.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c\tau) - 0.5R_x(\tau)\sin(2\pi f_c\tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**D)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c\tau)$

**Esercizio 6.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1 + z^{-2})(1 + 2z^{-1})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \cos[\pi n/2]$

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

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 2\cos[\pi n/2]$

**D)** $y[n] = 2\exp[j\pi n/2]$

**E)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\sin[\pi n/2]$

**Esercizio 7.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro FIR

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**Esercizio 8.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 2\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 2j

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** 1

**D)** -2

**E)** 0

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 48 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 2. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 5$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

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

**B)** $y[n] = 5$

**C)** $y[n] = 10j$

**D)** $y[n] = 10\delta[n]$

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 2.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = \frac{1}{\sqrt{T}}$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5/3$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**D)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T$.

**E)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**Esercizio 3.**
Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 4$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** nessuna delle altre risposte

**B)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**C)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16T^2N_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = 16T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + 16TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = 16T^2\sigma_\eta^2 + 16TN_0/2$

**Esercizio 4.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos[2\pi f_c(t - t_0)] - x(t)\sin[2\pi f_c(t - t_0)]$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $t_0$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $1/f_c$, e che $x(t)$ e $t_0$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5 R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 5.**
Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1+z^{-2})(1+z^{-2})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \sin[\pi n/2]$

**A)** $y[n] = 4\exp[j\pi n/2]$

**B)** $y[n] = 4\sin[\pi n/2]$

**C)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\cos[\pi n/2]$

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

**E)** nessuna delle altre risposte

**Esercizio 6.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{1}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è sempre stabile

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 1 passo

**D)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un filtro IIR

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 1$

**Esercizio 7.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 0.5\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** -1/4

**B)** 0

**C)** j/2

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** 9/4

**Esercizio 8.**
Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 4 \cdot tri[2t/T] - 4 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**B)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**C)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 32/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**10 settembre 2007**

**Compito di**

**Teoria dei segnali e Metodi di elaborazione dei segnali**

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 risposte esatte che verranno esposte in bacheca.**

| | |
|---|---|
| Nome | |
| Cognome | |
| Matricola | |
| Compito | 49 |

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

**Esercizio 1.**
Sia dato il segnale

$$x(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} \alpha_i r(t - iT)$$

dove $r(t) = \frac{1}{\sqrt{T}}$ per $|t| \leq T/2$ e $r(t) = 0$ altrove. Inoltre $\alpha_i = \frac{1}{2^{|i|}}$, $-\infty < i < \infty$. Dire quali delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5/3$.

**B)** $x(t)$ è un segnale a energia finita, e la sua energia vale $E_x = 5T/3$.

**C)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 10/T$.

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $x(t)$ è un segnale a potenza media finita, e la sua potenza media vale $P_x = 5/T$.

**Esercizio 2.**
Siano dati due sistemi numerici con funzioni di trasferimento $H_1(z) = \frac{2}{1-z^{-1}}$, $|z| > 1$, e $H_2(z) = \frac{2z^{-1}}{z^{-1}-1}$, $|z| > 1$. I due sistemi vengono connessi in parallelo; sia $H_{eq}(z)$ la funzione di traferimento del sistema equivalente. Dire quali di queste affermazioni è corretta.

**A)** $H_{eq}(z)$ corrisponde a un amplificatore ideale

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** Il sistema $H_{eq}(z)$ è instabile

**D)** Il sistema $H_{eq}(z)$ rappresenta un ritardatore di 2 passi

**E)** Il sistema $H_{eq}(z)$ ha ROC $|z| > 2$

**Esercizio 3.**
Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = \delta[n] + 0.5\delta[n-1] + \delta[n-2]$. Il modulo quadro della risposta in frequenza del filtro, in $f = 1/2$, vale

**A)** 0

**B)** 9/4

**C)** nessuna delle altre risposte

**D)** -1/4

**E)** j/2

**Esercizio 4.** Calcolare la funzione di autocorrelazione del processo casuale

$$y(t) = \cos(2\pi f_c t + \varphi) - x(t)\sin(2\pi f_c t + \varphi)$$

sapendo che $x(t)$ è un processo casuale stazionario a media nulla con funzione di autocorrelazione $R_x(\tau)$, che $\varphi$ è una variabile aleatoria uniformemente distribuita tra 0 e $2\pi$, e che $x(t)$ e $\varphi$ sono statisticamente indipendenti tra loro.

**A)** $R_y(\tau) = 0.5[1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**B)** $R_y(\tau) = 0.5\cos(2\pi f_c \tau) - 0.5 R_x(\tau)\sin(2\pi f_c \tau)$

**C)** $R_y(\tau) = 0.5[1 - R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**D)** $R_y(\tau) = [1 + R_x(\tau)]\cos(2\pi f_c \tau)$

**Esercizio 5.**

Sia dato un filtro numerico causale con funzione di trasferimento $H(z) = (1+z^{-2})(1+z^{-2})$. Si calcoli $y[n]$, la risposta del filtro all'ingresso $x[n] = \sin[\pi n/2]$

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

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $y[n] = 1/\sqrt{2}\cos[\pi n/2]$

**D)** $y[n] = 4\exp[j\pi n/2]$

**E)** $y[n] = 4\sin[\pi n/2]$

**Esercizio 6.**

Sia dato il segnale $x(t) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} q(t - 2kT)$ dove $q(t) = 4 \cdot tri[2t/T] - 4 \cdot tri[(2(t-T)/T]$. Inoltre $tri[t/A] = 1 - |t|/A$ per $|t| < A$ e 0 altrove. Siano $\mu_k$, $-\infty < k < \infty$ i coefficienti dello sviluppo in serie di Fourier di $x(t)$. Dire quale delle seguenti affermazioni è corretta.

**A)** il segnale $x(t)$ non ammette serie di Fourier

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k^2)\ \forall k$ dispari

**D)** $\mu_k = 0\ \forall k$ pari, e $\mu_k = 16/(\pi k)^2\ \forall k$ dispari

**E)** $\mu_k = 0\ \forall k$ dispari, e $\mu_k = 32/(\pi k)^2\ \forall k$ pari

**Esercizio 7.**

Sia dato un filtro numerico con risposta all'impulso $h[n] = K(\delta[n] - \delta[n-1])$ e K = 1. All'ingresso del filtro viene inviato il segnale $x[n] = 3$. L'uscita del filtro, $y[n]$, vale

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

**B)** $y[n] = 3\delta[n]$

**C)** $y[n] = 3$

**D)** nessuna delle altre risposte

**E)** $y[n] = j$

**Esercizio 8.**

Sia dato il processo casuale $X(t) = \eta + n(t)$, dove $\eta$ è una variabile casuale con valore atteso $m_\eta \neq 0$ e varianza $\sigma_\eta^2$, e $n(t)$ è un processo di rumore gaussiano bianco, statisticamente indipendente da $\eta$, con densità spettrale di potenza $G_n(f) = N_0/2$. $X(t)$ passa attraverso un sistema LTI causale, reale e stabile con risposta all'impulso $h(t) = 1$ per $0 \leq t \leq T$ e $h(t) = 0$ altrove. Sia $Y(t)$ il processo casuale all'uscita di tale sistema. Si calcoli la varianza di $Y(t)$, $\sigma_Y^2$.

**A)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 + m_\eta^2) + TN_0/2$

**B)** nessuna delle altre risposte

**C)** $\sigma_Y^2 = T^2(\sigma_\eta^2 - m_\eta^2) + TN_0/2$

**D)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + TN_0/2$

**E)** $\sigma_Y^2 = T^2\sigma_\eta^2 + T^2 N_0/2$