

Prova di Comunicazioni Numeriche 075II

Scrivere nome, cognome e numero di matricola in cima a ogni foglio protocollo

22/07/2024

Rispondere ai quesiti 1-3 sul foglio protocollo 1.

1. Una linea di produzione di rubinetti è difettosa: alcuni gocciolano o hanno la cromatura rovinata. Il controllo qualità ha stimato che: (**2** punti)

- la probabilità che un rubinetto non goccioli è del 90%;
- la probabilità che un rubinetto abbia la cromatura rovinata è del 7%;
- la probabilità che un rubinetto abbia la cromatura rovinata e goccioli è dell'1%.

(a) Qual è la probabilità che un rubinetto sia privo di difetti?

2. Sia X una variabile aleatoria uniformemente distribuita nell'intervallo $[-1, 3]$. Da X si ottiene la variabile aleatoria $Y = g(X)$ con la seguente trasformazione: (**4** punti)

$$g(x) = \begin{cases} 0 & \text{se } x < 0 \\ x & \text{se } x \geq 0 \end{cases}$$

(a) Calcolare e disegnare la distribuzione di probabilità di Y .

(b) Calcolare e disegnare la densità di probabilità di Y .

(c) Calcolare il valor medio di Y .

3. Sia dato il processo aleatorio $X(t)$ con valor medio 2 e autocovarianza $C_X(t_1, t_2) = 2\text{rect}(\frac{t_1 - t_2}{2})$. Il processo $X(t)$ viene posto in ingresso ad un sistema LTI con risposta impulsiva $h(t) = \text{rect}(4t)$, ottenendo il processo $Y(t)$. (**4** punti)

(a) Discutere la stazionarietà di $X(t)$ e $Y(t)$.

(b) Calcolare e disegnare l'autocorrelazione di $X(t)$.

(c) Calcolare il valor medio di $Y(t)$.

(d) Calcolare la densità spettrale di potenza di $Y(t)$.

Rispondere ai quesiti 4-8 sul foglio protocollo 2.

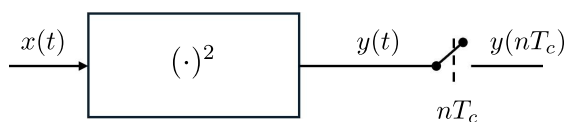
4. Dato il segnale $x(t) = \text{sinc}(2Bt)$ con $B = 1$ MHz (**5** punti):

(a) Calcolare la banda B_{99} al 99% dell'energia del segnale $y(t) = h(t) * x(t)$, nell'ipotesi in cui

$$H(f) = \frac{1}{2} \frac{1}{1 + jf/B}$$

Nota: $\int_{-a}^a \frac{1}{1+x^2} dx = 2 \int_0^a \frac{1}{1+x^2} dx = \text{tg}^{-1}(a)$

5. Dato il segnale $x(t) = \text{sinc}\left(\frac{t}{T}\right)$ con $T = 1 \mu\text{s}$. Nell'ipotesi in cui $1/T_c = 1$ MHz: (**3** punti)



(a) Disegnare (motivando la risposta) la trasformata discreta di Fourier dei campioni $y(nT_c)$.

6. Un codice a blocco sistematico ha matrice generatrice: (**3** punti)

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad d_{\min}=3$$

(a) Verificare se tutti gli errori di peso $\frac{d_{\min}-1}{2}$ possono essere corretti.

7. Un sistema di comunicazione 2-PAM utilizza come costellazione i simboli $\{0, 2\}$ indipendenti ed equiprobabili ed impiega un impulso a radice di coseno rialzato con roll-off $\alpha = 0.2$ in trasmissione e ricezione. (**6** punti)

- (a) Determinare la densità spettrale del segnale e calcolarne l'energia.*
 (b) Calcolare la perdita (o il guadagno) del sistema per garantire la stessa probabilità di errore sul bit del sistema 2-PAM con simboli $\{-1, 1\}$.

Nota: $\sum_m e^{-j2\pi f m T} = \frac{1}{T} \sum_m \delta(f - \frac{m}{T})$.

8. Un sistema di comunicazione 16-QAM impiega un codice a blocco con rate $3/4$, codifica di Gray ed un impulso a radice di coseno rialzato con fattore di roll-off $\alpha = 0.2$. (**3** punti)

- (a) Determinare la banda necessaria per un trasmettere 10 Mbit in un 0.1 s e calcolare l'efficienza spettrale.
 (b) Modificare il sistema al fine di dimezzare il tempo di trasmissione a *parità di banda*.