

Prova di Comunicazioni Numeriche 075II

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

16/11/2024

Rispondere ai quesiti 1-3 sul foglio protocollo 1.

1. Un esperimento aleatorio consiste nell'estrazione di una carta da un mazzo regolare composto di 52 carte. Definiamo i seguenti eventi: (**3** punti)

$C = \{\text{Estrazione di una carta di cuori}\}$

$F = \{\text{Estrazione di una figura}\}$

$N = \{\text{Estrazione di una carta nera}\}$

- (a) Verificare se gli eventi C e F sono indipendenti.
- (b) Verificare se gli eventi C e N sono indipendenti.
- (c) Calcolare $\mathbb{P}(F|N)$.

2. Sia data la variabile aleatoria X uniformemente distribuita nell'intervallo $[-1, 2]$. Si consideri la trasformazione di v.a. $Y = X^2$. (**4** punti)

- (a) Descrivere l'andamento e disegnare $f_X(x)$.
- (b) Calcolare il valor medio di Y .
- (c) Calcolare e disegnare $f_Y(y)$.

3. Sia dato un processo stazionario bianco $N(t)$ con densità spettrale di potenza $S_N(f) = \frac{N_0}{2}$. $N(t)$ viene dato in ingresso ad un sistema LTI con risposta impulsiva $h(t) = \text{sinc}(2Bt)$, con B costante reale positiva. Sia $Y(t)$ il processo in uscita dal sistema. (**3** punti)

- (a) Calcolare il valor medio di $Y(t)$.
- (b) Calcolare l'autocovarianza di $Y(t)$.

Rispondere ai quesiti 4-8 sul foglio protocollo 2.

4. Dato un sistema lineare e stazionario tale che $y(t) = T[x(t)]$ (**4** punti).

- (a) Verificare che, se $g(t)$ è la risposta al gradino unitario $u(t)$, la risposta impulsiva è:

$$h(t) = \frac{d}{dt}g(t)$$

- (b) Nell'ipotesi in cui $g(t) = (1 - \exp(-t/T))u(t)$, calcolare $h(t)$.

5. Il segnale $x(t) = 2B\text{sinc}(2Bt)$ con $B = 1$ MHz viene campionato a una frequenza di 5 MHz e ricostruito utilizzando un interpolatore a mantenimento (4 punti).

(a) Descrivere le distorsioni introdotte nel segnale ricostruito.

6. Un sistema di comunicazione impiega un codice a blocco con matrice generatrice: (4 punti)

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

(a) Nell'ipotesi in cui la probabilità di errore sul bit sia 10^{-3} , calcolare un'approssimazione della *probabilità di errore sulle parole di codice*.

7. Disegnare lo schema a blocchi di un sistema di comunicazione M -PAM in banda passante. (3 punti)

8. Un sistema di comunicazione 4-QAM impiega il codice a blocco di cui sopra, un impulso a radice di coseno rialzato con fattore di roll-off $\alpha = 0.2$ ed una banda di $B = 20$ MHz (5 punti).

(a) Determinare il tempo per trasmettere un file di 10 Mbit.

(b) Calcolare la *probabilità di errore sul bit*, nell'ipotesi in cui $E_b/N_0 = 9.8$ dB (dove E_b rappresenta l'energia per bit non codificato).

