Prova di Comunicazioni Numeriche 075II

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

10/06/2024 - B

Rispondere ai quesiti 1-3 sul foglio protocollo 1.

1. In un contenitore vi sono 32 palline bianche e 8 nere, che vengono estratte sequenzialmente: ogni pallina viene reimmessa nel contenitore prima di estrarre la successiva. (**3** punti)
   (a) Calcolare la probabilità che in 2 estrazioni su 5 esca una pallina bianca.
   (b) Calcolare il numero minimo di estrazioni affinché la probabilità di estrarre solo palline nere sia < 0.01.
   (c) Se il contenitore fosse stato riempito con 80 palline bianche e 20 nere, come sarebbero variati i risultati ai punti (a) e (b)? Giustificare la risposta.

2. Si consideri la variabile aleatoria X che può assumere valori nell'intervallo $[-2, 2]$. La sua densità di probabilità è del tipo $f_X(x) = k(1 - \frac{|x|}{2})$, con k costante reale. (**4** punti)
   (a) Determinare il valore di k in modo tale che $f_X(x)$ sia effettivamente una funzione di densità di probabilità.
   (b) Sia $Y = -3X + 2$. Calcolare la densità di probabilità $f_Y(y)$.
   (c) Calcolare il valor medio di Y.

3. Sia dato un processo stazionario bianco $N(t)$ con densità spettrale di potenza $S_N(f) = \frac{N_0}{2}$. Il processo $N(t)$ viene dato in ingresso ad un sistema LTI con la seguente risposta in frequenza: $H(f) = \frac{1}{1+jf/f_0}$, con f_0 costante reale positiva. (**3** punti)
   (a) Calcolare la potenza del processo in uscita $X(t)$.

Rispondere ai quesiti 4-8 sul foglio protocollo 2.

4. Dato un segnale audio di *durata limitata* nel tempo (**4** punti):
   (a) Descrivere le operazioni necessarie per il campionamento e la riproduzione in *tempo reale* del segnale.
   (b) Indicare (sulla base delle scelte fatte) il ritardo temporale nella riproduzione del segnale.

5. Dato un sistema lineare e tempo invariante: (**3** punti)
   (a) Indicare un metodo per la misura della risposta in frequenza che impieghi, come segnale di ingresso, un'oscillazione sinusoidale complessa $x(t) = e^{j2\pi ft}$.

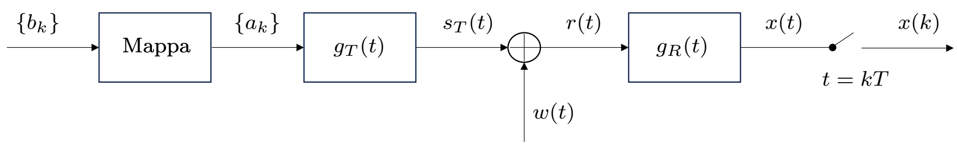
6. Il codice a blocco sistematico con $n = 6$ e $k = 3$ ha la matrice generatrice $\mathbf{G}$: (**4** punti)

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

   (a) Trovare la $d_{\min}$ del codice.

   (b) Decodificare la parola ricevuta $\mathbf{y} = [1, 0, 1, 0, 1, 0]$ utilizzando la decodifica a sindrome.

7. Dato il sistema PAM illustrato in figura dove $g_T(t) = \mathrm{rect}(\frac{t}{T})$ e $w(t)$ è un processo aleatorio di rumore Gaussiano bianco con densità spettrale di potenza $N_0/2$. (**4** punti)



   (a) Calcolare il campione $x(k)$ ottenuto all'istante di campionamento $t = kT$, nell'ipotesi in cui il filtro $g_R(t) = \mathrm{rect}(\frac{t}{2T})$.

8. Un sistema di comunicazione $4-$QAM impiega il codice a blocco dell'esercizio 6 ed un impulso a radice di coseno rialzato con roll-off $\alpha = 0.5$. Il sistema è utilizzato per trasmettere un flusso di bit con velocità $R_b = 100$ Mbit/s. (**5** punti)

   (a) Determinare l'efficienza spettrale e la banda del sistema.

   (b) Calcolare il valore di E_b/N_0 in dB (dove E_b rappresenta l'energia per bit *non codificato*) per garantire una probabilità di errore sul *bit* in uscita al decodificatore del codice a blocco pari a 10^{-5}.