

Prova di Comunicazioni Numeriche 075II

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

10/06/2024 - A

Rispondere ai quesiti 1-3 sul foglio protocollo 1.

1. In un contenitore vi sono 8 palline bianche e 2 nere, che vengono estratte sequenzialmente: ogni pallina viene reimmessa nel contenitore prima di estrarre la successiva. (3 punti)
 - (a) Calcolare la probabilità che in 3 estrazioni su 5 esca una pallina bianca.
 - (b) Calcolare il numero minimo di estrazioni affinché la probabilità di estrarre solo palline bianche sia < 0.1 .
 - (c) Se il contenitore fosse stato riempito con 40 palline bianche e 10 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 $[-1, 1]$. La sua densità di probabilità è del tipo $f_X(x) = k(1 - |x|)$, 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: $H(f) = \frac{1}{1+j2\pi fT}$, con T costante reale positiva. (3 punti)
 - (a) Calcolare la potenza del processo in uscita $X(t)$.

Rispondere ai quesiti 4-8 sul foglio protocollo 2.

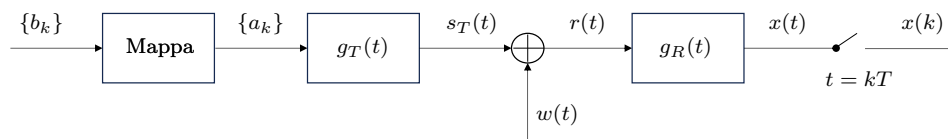
4. Dato un segnale audio di *durata limitata* nel tempo (4 punti):
 - (a) Descrivere le operazioni necessarie per il campionamento e la riproduzione in *tempo reale* del segnale.
 - (b) Indicare (sulla base delle scelte fatte) il ritardo temporale nella riproduzione del segnale.
5. Dato un sistema lineare 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 $x(t) = e^{j2\pi f t}$.

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 $g_T(t) = \text{rect}(\frac{t}{T})$ 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 $g_R(t) = \text{rect}(\frac{t}{2T})$.
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} .

