



Comunicazioni Numeriche 075II

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

04/04/2025

Rispondere ai quesiti 1-3 sul foglio protocollo 1.

1. Il 30% di una popolazione effettua la vaccinazione anti-influenzale. Le statistiche mostrano che solo il 20% dei vaccinati contrae l'influenza nel corso dell'inverno, contro il 50% dei non vaccinati. (**3** punti)
 - (a) Qual è la probabilità che un individuo abbia contratto l'influenza?
 - (b) Se un individuo ha contratto l'influenza, qual è la probabilità che si fosse vaccinato?
 - (c) Se un individuo ha contratto l'influenza, qual è invece la probabilità che non si fosse vaccinato?
2. Si consideri la variabile aleatoria continua X che può assumere valori nell'intervallo $[-k, k]$, con $k > 0$. La sua densità di probabilità è del tipo $f_X(x) = |\frac{x}{4}|$. (**4** punti)
 - (a) Determinare il valore di k in modo tale che $f_X(x)$ sia effettivamente una funzione di densità di probabilità.
 - (b) Disegnare la funzione densità di probabilità di X .
 - (c) Calcolare e disegnare la funzione distribuzione di probabilità di X .
 - (d) Calcolare il valore medio e la varianza di X .
3. Un processo stocastico $X(t)$ stazionario almeno in senso lato, con autocovarianza $C_X(\tau) = 10 \text{sinc}^2(10\tau)$ e media nulla, viene posto in ingresso a un sistema lineare tempo invariante avente risposta impulsiva $h(t) = 4 \text{sinc}(2t) \cos(18\pi t)$. Sia $Y(t)$ il processo in uscita. (**3** punti)
 - (a) Calcolare e disegnare la densità spettrale di potenza di $X(t)$.
 - (b) Calcolare il valor medio di $Y(t)$.
 - (c) Calcolare la potenza di $Y(t)$.

Rispondere ai quesiti 4-8 sul foglio protocollo 2.

4. L'equazione differenziale che lega i segnali di ingresso e uscita di un circuito C-R è: (**4** punti)

$$\frac{d}{dt}v_i(t) - \frac{1}{RC}v_u(t) = \frac{d}{dt}v_u(t)$$

- (a) Calcolare la risposta in frequenza del sistema.
- (b) Calcolare la larghezza di banda a -10 dB del filtro.

5. Dato un sistema lineare e stazionario: (4 punti)

- (a) Derivare una condizione necessaria e sufficiente per la causalità.
- (b) Fornire un esempio (motivando la risposta) di sistema *non causale*.

6. Si consideri il codice a blocco sistematico con bit di parità: (3 punti)

$$c_4 = m_2 + m_3$$

$$c_5 = m_1 + m_3$$

$$c_6 = m_1 + m_2$$

dove $\mathbf{m} = [m_1, m_2, m_3]$ è una sequenza di 3 bit.

- (a) Decodificare la parola ricevuta $y = x + e = [1, 0, 1, 1, 1, 0]$ utilizzando la decodifica a sindrome.

7. Dato il segnale $s_{RF}(t) = s(t) \cos(2\pi f_0 t)$ dove: (4 punti)

$$s(t) = \sum_i a_i g_T(t - iT)$$

e i simboli $\{a_i\}$ appartengono ad una PAM a 4 livelli, con simboli indipendenti ed equiprobabili.

- (a) Calcolare la potenza del segnale nell'ipotesi in cui $g_T(t)$ sia a radice di coseno rialzato con $\alpha = 0.22$.

8. Dato un sistema di comunicazione 4-QAM: (5 punti)

- (a) Determinare il valore di E_b/N_0 in dB, dove E_b rappresenta l'energia per bit (non codificato), necessario per garantire una probabilità di errore pari a 10^{-5} .
- (b) Calcolare nuovamente il valore di E_b/N_0 in dB usando il codice descritto nell'esercizio 6.

