

Cognome e Nome _____

Matricola _____

Domanda

Descrizione statistica di potenza, con derivazione dei risultati, del processo

$$y(t) = x(t) \cos(2\pi f_0 t + \varphi), \quad t \in \mathbb{R},$$

nel caso in cui $x(t)$ sia un processo aleatorio stazionario, e φ sia una v.a. uniforme in $[0, 2\pi)$ indipendente da $x(t)$.

Prova di accertamento di Comunicazioni Elettriche
laurea triennale e vecchio ordinamento

A.A. 2009/2010

Cognome e Nome _____

Matricola _____

Esercizi

Cognome e Nome _____

Matricola _____

Esercizi

1. Sia $a(kT)$ un processo a tempo discreto e simboli indipendenti, $a(kT) \in \{0, 1\}$, $P[a(kT) = 0] = 0.5$, e sia $g(t) = V_0 \text{triangle}(2t/T - 1)$, $t \in R$. Calcolare la densità spettrale media del processo

$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} a(kT) g(t - kT), \quad t \in R.$$

2. In un sistema PAM con simboli equiprobabili $a_k \in \{-1, 1\}$ e velocità di trasmissione $1/T$, l'impulso in trasmissione ha l'espressione $g(t) = V_0 \text{sinc}(1.1t/T)$. La risposta impulsiva dell'amplificatore di ricezione è $h(t) = h_0 \text{sinc}(t/T) \text{sinc}(0.1t/T)$, mentre la risposta impulsiva del mezzo trasmissivo è $l(t) = A_M \text{sinc}(2t/T) \text{sinc}(0.2t/T)$. Calcolare la probabilità di errore del sistema, assumendo in ingresso all'amplificatore di ricezione un rumore bianco, gaussiano, con densità spettrale R_0 (l'elemento di decisione è a soglia).

3. Si consideri la quantizzazione uniforme, con numero di livelli elevato, del processo aleatorio

$$x(t) = -0.5 + \sin^2(2\pi f_0 t + \varphi_0),$$

dove φ_0 è una variabile aleatoria uniforme in $[0, 2\pi)$. Calcolare, in dB, il rapporto segnale/errore di quantizzazione in funzione del numero L di livelli del quantizzatore.

4. Calcolare la banda minima richiesta per la trasmissione numerica, con modulazione 16-QAM, di un segnale audio analogico con banda 20 kHz. Dopo il campionamento, il segnale viene quantizzato in modo da garantire un rapporto segnale/rumore di quantizzazione superiore a 45 dB. Si supponga che il segnale venga modellato come un processo aleatorio stazionario con densità di probabilità del primo ordine con andamento a triangolo isoscele nell'intervallo $[-V_0, V_0]$ e nulla altrove (si supponga che il rapporto segnale/rumore di quantizzazione richiesto consenta di operare nel regime di alto bit rate).
5. Si consideri un processo aleatorio stazionario $x(t)$, $t \in R$, con densità spettrale $R_x(f) = R_0 \text{triangle}(f/B)$. Il processo viene filtrato con un filtro con risposta in frequenza $H(f) = H_0 \text{rect}(f/B)$, ottenendo il processo di uscita $y(t)$. Calcolare la potenza della differenza $e(t) = y(t) - x(t)$.

Cognome e Nome _____

Matricola _____

Esercizio

Si consideri uno schema di trasmissione binaria con simboli equiprobabili, in cui i segnali associati ai simboli sono dati da

$$s_1(t) = A_0 \cos(6\pi f_0 t) \operatorname{rect}(f_0 t), \quad s_2(t) = A_0 \cos(6\pi f_0 t + \pi/4) \operatorname{rect}(f_0 t).$$

- 1) Calcolare una base ortonormale per lo spazio dei segnali;
- 2) calcolare l'energia di $s_1(t)$ e $s_2(t)$;
- 3) calcolare la probabilità di errore del sistema, assumendo un ricevitore ottimo e un rumore additivo di ingresso bianco con densità spettrale $N_0/2$.