

Cognome e Nome _____

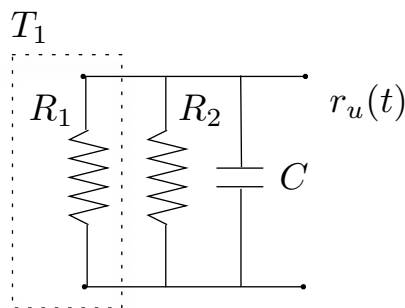
Matricola _____

Domanda

Analisi spettrale nella modulazione. Sia $x(t)$, $t \in R$, un processo aleatorio stazionario e $y(t) = x(t) \cos(2\pi f_0 t)$. Dire se $y(t)$ è stazionario in senso lato o ciclostazionario in senso lato e calcolarne la densità spettrale (eventualmente media). Sia invece $z(t) = x(t) \cos(2\pi f_0 t + \varphi)$, con φ v.a. uniforme in $[0, 2\pi)$ indipendente da $x(t)$. Dire se $z(t)$ è stazionario in senso lato o ciclostazionario in senso lato e calcolarne la densità spettrale (eventualmente media).

Esercizi

1. Sia $x(kT)$ un processo aleatorio a tempo discreto gaussiano a media nulla e correlazione $r_x(kT) = \rho^{|k|}$, $\rho = 0.9$. Calcolare la probabilità $P[|x(kT) - x((k-1)T)| > 1]$.
2. Si supponga di voler trasmettere un segnale video numerico, compresso a 4 Mbit/s, utilizzando un sistema di modulazione in banda passante 4-PSK. Calcolare la banda minima richiesta per la trasmissione, in Hz.
3. In un sistema PAM con simboli equiprobabili $a_k \in \{-1, 0, 1\}$ e periodo di simbolo T , l'impulso in trasmissione e la risposta impulsiva dell'amplificatore di ricezione hanno, rispettivamente, le espressioni $g(t) = V_0 \text{sinc}(t/T)$, $h(t) = h_0 \text{sinc}(t/(0.9T)) \text{sinc}(0.1t/(0.9T))$, mentre il mezzo trasmissivo ha una risposta impulsiva $l(t) = l_0 \text{sinc}(t/(0.9T)) \text{sinc}(0.1t/(0.9T))$. Supponendo l'elemento di decisione a soglia, con soglie equidistanti dai valori ricevuti in assenza di rumore calcolare la probabilità di errore del sistema. Si assume in ingresso all'amplificatore di ricezione un rumore bianco, gaussiano, con densità spettrale R_0 .
4. Si consideri la rete elettrica di figura. Le resistenze R_1 e R_2 sono sorgenti di rumore termico e si trovano, rispettivamente, alle temperature assolute T_1 e T_2 . Calcolare la densità spettrale della tensione di rumore in uscita $r_u(t)$.



5. In un sistema di trasmissione SSB_+ , sia $B = 10$ kHz la banda del segnale di informazione e $M_T = 200 \text{ V}^2$ la potenza statistica del segnale modulato in uscita dell'amplificatore di trasmissione. Si consideri un mezzo trasmissivo con una attenuazione *in potenza* pari ad $A_T = 2$ dB/km. Il rumore additivo riportato all'ingresso dell'amplificatore di ricezione è bianco con densità spettrale $R_0 = 10^{-18} \text{ V}^2/\text{Hz}$. Calcolare la massima distanza fra le antenne in modo che il rapporto segnale/rumore complessivo sia $\Lambda = 50$ dB.

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

$$s_1(t) = A_0 \cos(3\pi f_0 t + \pi/6) \operatorname{rect}(3f_0 t/4), \quad s_2(t) = A_0 \cos(3\pi f_0 t - \pi/6) \operatorname{rect}(3f_0 t/4).$$

- 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 $N_0/2$.