

Cognome e Nome \_\_\_\_\_

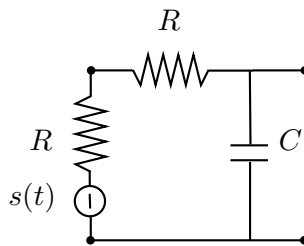
Matricola \_\_\_\_\_

### Domanda

Dare la definizione di processo ciclostazionario in media e in correlazione, e definire la densità spettrale media. Dire se il processo  $x(t) = V_0 \cos 2\pi f_0 t$ , con  $V_0$  v.a. uniforme in  $[-V, V]$  e  $f_0$  costante, è ciclostazionario in media e in correlazione: nel caso di ciclostazionarietà, calcolare la densità spettrale media del processo.

**Esercizi**

1. Nella rete elettrica di figura, l'ingresso  $s(t)$  è modellato come un processo aleatorio stazionario con densità spettrale  $R_s(f) = \text{rect}(f/B)$ , mentre le due resistenze, sorgenti di rumore termico, sono poste alla temperatura assoluta  $T$ . Calcolare il rapporto fra la potenza del segnale e la potenza del rumore all'uscita della rete.



2. Siano  $x_1(t)$  un processo aleatorio a tempo continuo con media nulla e correlazione  $r_{x_1}(\tau) = e^{-\tau^2}$  e  $x_2(t)$  un processo aleatorio a tempo continuo con media nulla e correlazione  $r_{x_2}(\tau) = e^{-2\tau^2}$ , indipendente da  $x_1(t)$ . Calcolare la densità spettrale e la potenza del processo  $y(t) = x_1(t) + x_2(t)$ .
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 in frequenza dell'amplificatore di ricezione hanno, rispettivamente, le espressioni  $g(t) = V_0 \text{sinc}^3(t/T)$ ,  $H(f) = (A_0 T/3) \text{rect}(fT/3)$ , mentre il mezzo trasmissivo determina una attenuazione  $A_M$ . Indicato con  $\hat{a}_k$  il simbolo stimato al ricevitore dopo l'elemento di decisione (che si suppone a soglia, con soglie equidistanti dai valori ricevuti in assenza di rumore) in corrispondenza della trasmissione del simbolo  $a_k$ , calcolare la probabilità  $P[a_k = 0, \hat{a}_k = 1]$ . Si assume in ingresso all'amplificatore di ricezione un rumore bianco, gaussiano, con densità spettrale  $R_0$ .
4. Utilizzando un sistema 4-QAM, calcolare la banda minima richiesta per la trasmissione di un segnale modellato come un processo aleatorio con banda  $B = 22$  KHz, distribuzione uniforme in  $[-V, V]$  e quantizzato in modo da avere un rapporto segnale/errore di quantizzazione superiore a 45 dB.
5. In un sistema di trasmissione SSB<sub>+</sub>, il mezzo trasmissivo introduce una attenuazione in potenza pari a  $(A)_{dB} = 40$  dB. Il segnale di informazione ha una densità spettrale con andamento a trapezio isoscele con base maggiore nell'intervallo  $f \in [-10, 10]$  e base minore nell'intervallo  $f \in [-5, 5]$  kHz, con valore nell'origine  $R_s$ . Il rumore è bianco con densità spettrale  $R_0$ . Assumendo i filtri di trasmissione e ricezione ideali, determinare, in funzione del rapporto  $R_s/R_0$ , l'ampiezza  $A_T$  del filtro in trasmissione in modo da avere un rapporto segnale/rumore complessivo  $(\Lambda)_{dB} = 35$  dB.