Corso di Fondamenti di Segnali e Trasmissione

Allievi Ingegneri Informatici - sede di Cremona - a.a. 2006/07

III appello – 25 Febbraio 2008

Esercizio 1

All'ingresso di un filtro lineare tempo-invariante con risposta all'impulso $h(t) = g(t) - g(t - T/2)$, dove $g(t) = A\sin(\pi t/T)\,rect(2t/T - 1/2)$, si applica la forma d'onda $x(t) = B + C\sin(2\pi t/T) + D\cos(4\pi t/T)$ che genera l'uscita $y(t)$.

a) Disegnare l'andamento della risposta all'impulso $h(t)$ e calcolarne l'energia. E' causale?

b) Calcolare la TDF $G(f)$ della forma d'onda $g(t)$.

c) Calcolare la risposta in frequenza $H(f)$ del sistema.

d) Determinare l'uscita $y(t)$ del sistema.

Esercizio 2

I processi casuali $x(t)$ e $y(t)$ hanno valor medio nullo e sono indipendenti e quindi incorrelati. Le loro funzioni di autocorrelazione sono $R_x(\tau) = \delta(\tau)$ e $R_y(\tau) = \mathrm{sinc}(\tau/T)$, rispettivamente. Determinare la densità spettrale di potenza $S_z(f)$ del processo $z(t) = x(t) + y(t)$ e disegnarne il grafico.

Esercizio 3

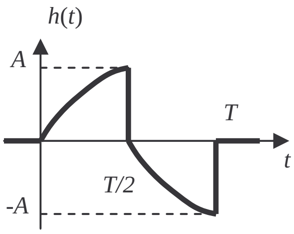
Si trasmette una sequenza di bit a ritmo R_b = 10 Mb/s e modulazione 4QAM in banda passante centrata a f_0=5 GHz, modulando in ampiezza forme d'onda a radice di Nyquist con roll-off del 30%. Al ricevitore si osserva la sovrapposizione di due disturbi: un rumore termico gaussiano bianco con densità spettrale di potenza $2\cdot10^{-16}$ *W/Hz* ed un interferenza modellizzabile di nuovo come un processo gaussiano bianco, indipendente dal primo, con densità spettrale di potenza $5\cdot10^{-17}$ *W/Hz*.

a) Determinare la banda occupata dal segnale trasmesso.

b) Determinare quale potenza di segnale P_r è necessaria al ricevitore per garantire una P_b=10^{-10}.

<u>Soluzioni</u>

Esercizio 1



a) $E_h = 2E_g = \dfrac{A^2T}{2}$, causale

b) $G(f) = \dfrac{AT}{4}\left[\text{sinc}\left(\dfrac{fT}{2}-\dfrac{1}{4}\right)e^{-j\frac{\pi}{4}} - \text{sinc}\left(\dfrac{fT}{2}+\dfrac{1}{4}\right)e^{-j\frac{3}{4}\pi}\right]e^{-j\frac{\pi fT}{2}}$

c) $H(f) = G(f)\left[1-e^{-j\pi fT}\right]$

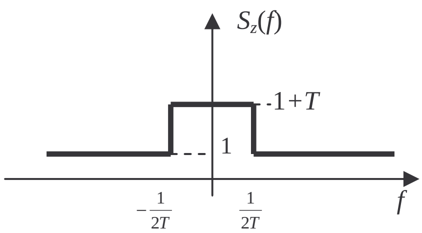
d)

$$\begin{cases} H(0)=0 \\ H\left(\dfrac{1}{T}\right) = 2G\left(\dfrac{1}{T}\right) = \dfrac{AT}{2}\left[\text{sinc}\left(\dfrac{1}{4}\right)e^{-j\frac{3}{4}\pi} + \text{sinc}\left(\dfrac{3}{4}\right)e^{-j\frac{\pi}{4}}\right] = \dfrac{2AT}{3\pi}[-1-j2] \\ H\left(\dfrac{2}{T}\right) = 0 \end{cases} \Rightarrow \quad y(t) = \frac{2ACT\sqrt{5}}{3\pi}\sin\left(\frac{2\pi t}{T}-\pi+\text{atan}(2)\right)$$

Esercizio 2

$$R_z(\tau) = E\left[(x(t)+y(t))(x(t+\tau)+y(t+\tau))\right] = R_x(\tau)+R_y(\tau)$$

$$\Rightarrow \quad S_z(f) = S_x(f)+S_y(f) = 1+T\ rect\ (fT)$$



Esercizio 3

a) $B = (1+\alpha)\dfrac{R_b}{2} = 6.5\ MHz$

b) Il ricevitore osserva un disturbo complessivo gaussiano bianco di densità spettrale di potenza (vedi es.2):

$$\frac{N_0'}{2} = \frac{N_0}{2}+\frac{N_I}{2} = 2.5\cdot 10^{-16} \quad W/Hz$$

Con modulazione 4QAM: $P_b = 10^{-10} \quad \Leftrightarrow \quad \dfrac{E_b}{N_0'} = 13\ dB \quad \Rightarrow \quad E_b = 20N_0' \quad \Rightarrow \quad P_r = E_bR_b = -40\ dBm$