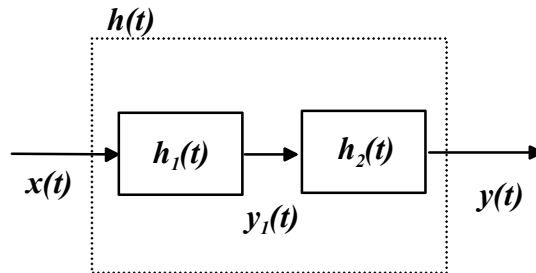

Corso di Fondamenti di Segnali e Trasmissione

Allievi Ingegneri Informatici - sede di Cremona

II prova in itinere – 3 luglio 2006

Esercizio 1

Si consideri la cascata di due sistemi LTI rappresentata in figura:



Del primo è nota la risposta all'impulso:
$$h_1(t) = A \sin^2\left(\frac{\pi t}{T}\right) \text{rect}\left(\frac{t - T/2}{T}\right)$$

a) Disegnare $h_1(t)$. E' reale? E' pari? E' causale?

Del secondo è nota la risposta in frequenza:
$$H_2(f) = j2\pi f$$

b) Disegnare $H_2(f)$. E' reale o immaginaria? E' pari o dispari?

Per la coppia $x(t), y(t)$ la cascata dei due sistemi LTI si può vedere come un unico sistema LTI. Determinarne la risposta all'impulso $h(t)$ e la risposta in frequenza $H(f)$.

c) Disegnare $h(t)$. E' reale? E' pari? E' causale?

d) Tracciare approssimativamente il grafico del modulo di $H(f)$. Di che tipo di filtro si tratta (all'incirca)?

e) Sia $x(t) = 2 + \sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right)$ all'ingresso della cascata di filtri. Si determini l'uscita $y(t)$ e la sua potenza P_y .

Esercizio 2

Si vuole connettere tramite ponte radio a $f=3$ GHz due stazioni poste a $d=3$ km di distanza. Le antenne di Tx e Rx sono uguali e pertanto hanno lo stesso guadagno. Il collegamento deve garantire un ritmo di 10 Mbps con modulazione 4QAM con roll-off pari almeno al 30%. Si determini quanta banda occorre chiedere in licenza.

Al ricevitore si vuole una probabilità d'errore sul bit non superiore a 10^{-7} . Per agevolare tale specifica è disponibile un codificatore/decodificatore BCH(63,45,7). Si rettifichi l'ampiezza di banda da richiedere volendo utilizzare anche tale codice. Si determini quale deve essere la probabilità d'errore all'ingresso del decodificatore che consenta di avere all'uscita la P_b desiderata. Si determini di conseguenza quale deve essere la potenza ricevuta P_r assumendo rumore AWG al ricevitore con $N_o=10^{-14}$.

Infine, si calcoli l'attenuazione da spazio libero $(4\pi d)^2 / \lambda^2$ in dB, e sapendo che la potenza trasmessa P_t è pari a 5 W, si determini quale deve essere il guadagno delle due antenne necessario a garantire la P_r desiderata al ricevitore.

Soluzioni

Esercizio 1

a) $h_1(t)$ reale, non pari, causale.

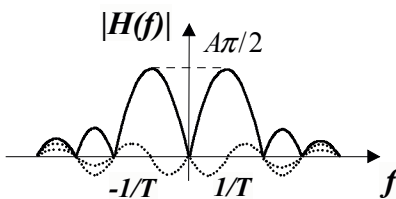
b) $H_2(f)$ Immaginaria, dispari

c) $H(f) = H_1(f)H_2(f) = j2\pi f H_1(f) \Rightarrow$

$$h(t) = \frac{d}{dt} h_1(t) = A \frac{\pi}{T} \sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right) \text{rect}\left(\frac{t-T/2}{T}\right)$$

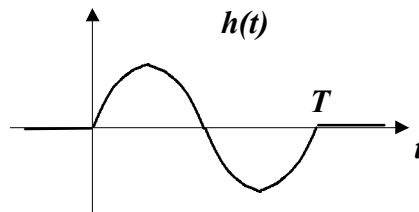
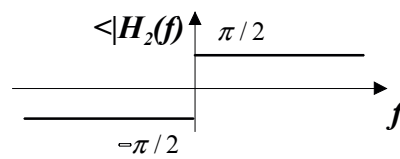
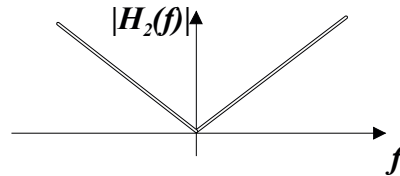
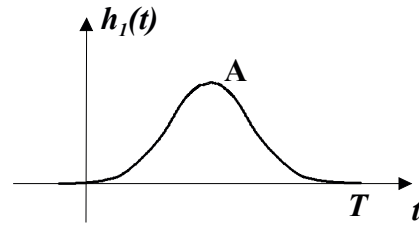
reale, causale

d) BP: $H(f) = -jA \frac{\pi}{2} [\text{sinc}(fT+1) - \text{sinc}(fT-1)] e^{-j\pi f T}$



e) $|H(0)| = 0, \quad H\left(\frac{1}{T}\right) = -jA \frac{\pi}{2},$

$$y(t) = -A \frac{\pi}{2} \cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right), \quad P_y = \frac{A^2 \pi^2}{8}$$



Esercizio 2

Con modulazione 4-QAM $B = \frac{R_b}{2}(1+\alpha) = 6.5 \text{ MHz}$, e con anche il codice R=45/63 $B = \frac{R_b}{2R}(1+\alpha) = 9.1 \text{ MHz}$.

Con BCH(63,45,7), $t=3$, $P_b \cong \frac{63^3}{3!} p^4 < 10^{-7} \Leftrightarrow p \cong 10^{-3}$ con modulazione 4QAM significa

$$p = Q\left(\sqrt{\frac{2E_b}{N_0} R}\right) = 10^{-3} \Leftrightarrow \frac{E_b}{N_0} = 8.3 \text{ dB} \Rightarrow P_r \cong 7 R_b N_0 = -61.7 \text{ dB}_m$$

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^9} \text{ m} = 0.1 \text{ m} \Rightarrow \gamma = \left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2 \Big|_{\text{dB}} = 111.5 \text{ dB},$$

in dB $P_r = P_t + G_t + G_r - \gamma = -61.7 \text{ dB}_W$ con $P_t = 7 \text{ dB}_W \Leftrightarrow G_t = G_r = 21.4 \text{ dB}$