

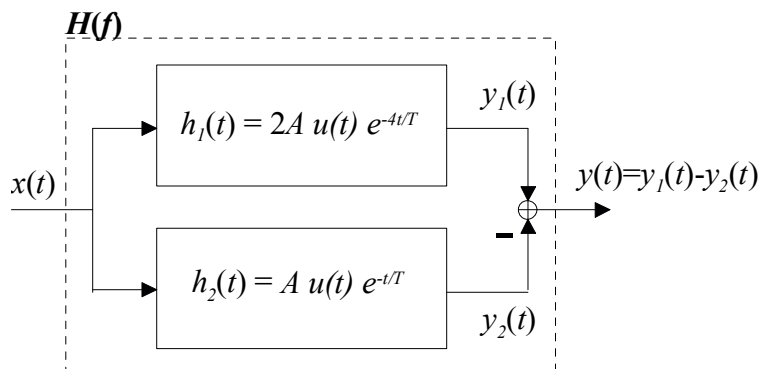
Corso di Fondamenti di Segnali e Trasmissione

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

I appello – 25 luglio 2007

Esercizio 1

Si consideri il filtro LTI formato dallo schema a blocchi in figura, che ha $x(t)$ come ingresso e $y(t)$ come uscita.



- Qual'è la relazione tra la risposta all'impulso complessiva $h(t)$ e le risposte all'impulso $h_1(t)$ e $h_2(t)$ dei due sottosistemi LTI? Qual'è la relazione tra la risposta in frequenza complessiva $H(f)$ e le risposte in frequenza $H_1(f)$ e $H_2(f)$? Il filtro è causale?
- Disegnare la risposta all'impulso $h(t)$. Ci sono istanti in cui $h(t) < 0$? Determinare l'area sottesa da $h(t)$.
- Determinare l'energia E_h di $h(t)$.
- Determinare la risposta in frequenza $H(f)$ del filtro. Verificare l'area sottesa da $h(t)$ calcolata al punto b).
- A cosa tende $|H(f)|$ per $f \rightarrow \pm\infty$? Di che tipo di filtro si tratta, approssimativamente?
- Si determini approssimativamente la banda a -10 dB del filtro.
- Se $x(t) = \sin(2t/T)$ determinare l'uscita $y(t)$ del sistema.

Esercizio 2

Per lo standard di comunicazione wireless *Blackboot* viene allocata una banda $B_c = 1$ MHz ad una frequenza centrale di 2.4 GHz. Si vuole garantire un *bit rate* di 1 Mbps.

- Scegliere una modulazione adatta che consenta un roll-off pari almeno al 40%. La specifica prevede che la probabilità d'errore al ricevitore sia inferiore a 10^{-6} , che la potenza trasmessa non superi i 10 mW e che il raggio di copertura ed i guadagni delle antenne siano tali da dare un'attenuazione massima complessiva di 35 dB.
- Qual è la potenza ricevuta? Quale P_b al ricevitore con la modulazione scelta se $N_0/2 = 2.5 \cdot 10^{-13}$ W/Hz?
- E' possibile soddisfare tutte le specifiche utilizzando un codice correttore d'errori? Scegliere dalla tabella riportata sotto, il codice BCH più potente che consenta di rispettare il vincolo di *bit rate* e banda, e calcolare la probabilità d'errore sul bit all'ingresso ed all'uscita del decodificatore.

Parametri dei principali codici BCH

N	K	d	t
15	11	3	1
	7	5	2
	5	7	3
	1	15	7
31	26	3	1
	21	5	2
	16	7	3
	11	11	5

N	K	d	t
63	57	3	1
	51	5	2
	45	7	3
	39	9	4
	36	11	5
	...		

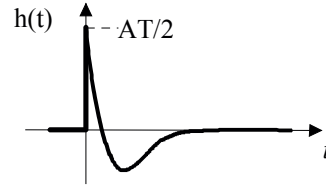
Soluzioni

Esercizio 1

a) $h(t) = h_1(t) - h_2(t)$, $H(f) = H_1(f) - H_2(f)$

b) Sì, infatti l'area sottesa è $-AT/2$.

c) $E_h = E_{h_1} + E_{h_2} - 2 \int h_1(t)h_2(t)dt = 2 \frac{A^2T}{2} - \frac{4A^2T}{5} = \frac{A^2T}{5}$



d) $H(f) = H_1(f) - H_2(f) = AT \left[\frac{1}{2 + j\pi f T} - \frac{1}{1 + j2\pi f T} \right]$, $H(0) = \int h(t)dt = -\frac{AT}{2}$

e) approssimativamente filtro LP perchè decresce con f : $|H(f)| = AT \sqrt{\frac{1 + (\pi f T)^2}{4 + 17(\pi f T)^2 + 4(\pi f T)^4}} \xrightarrow{f \rightarrow \infty} 0$

f) f : $\frac{1 + (\pi f T)^2}{4 + 17(\pi f T)^2 + 4(\pi f T)^4} = \frac{1}{40} \Rightarrow f \cong \frac{0.85}{T} = B_{10dB}$

g) $H\left(\frac{1}{\pi T}\right) = AT \left[\frac{1}{2 + j} - \frac{1}{1 + j2} \right] = \frac{\sqrt{2}}{5} e^{j\frac{\pi}{4}}$, quindi $y(t) = \frac{AT\sqrt{2}}{5} \sin\left(\frac{2t}{T} + \frac{\pi}{4}\right)$

Esercizio 3

a) In banda passante, costellazione M -QAM, senza ISI, $B = \frac{R_b}{\log_2 M} (1 + \alpha)$, per cui 4-QAM è sufficiente: $B = 700kHz < B_c$.

b) $P_t = 10dB_m, P_r = -25dB_m = 3.16 \cdot 10^{-3} mW \Rightarrow E_b = P_r / R_b = 3.16 \cdot 10^{-12} J \Rightarrow \frac{E_b}{N_0} = 6.32 \cong 8dB$

4QAM come 2PAM $P_b = Q\left(\sqrt{\frac{2E_b}{N_0}}\right) = 2 \cdot 10^{-4}$

c) occorre che $B / R_c \leq B_c \Rightarrow R_c \geq 0.7$. Scelgo il BCH(63,45,7) con $R_c = \frac{45}{63} = 0.71$. Si ha all'ingresso del decodificatore

$p = Q\left(\sqrt{\frac{2E_b}{N_0} R_c}\right) \cong 10^{-3}$ e all'uscita $P_b \cong \frac{63^3}{3!} p^4 \cong 4 \cdot 10^{-8}$. Quindi questo sistema codificato soddisfa tutte le specifiche.