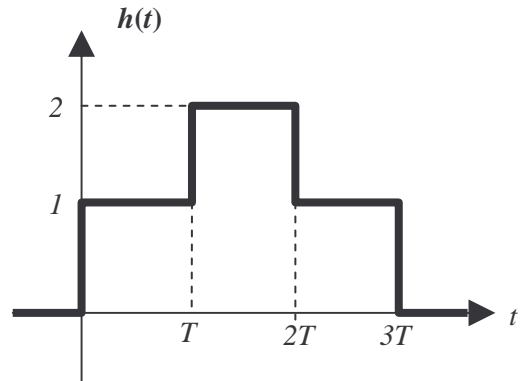

Corso di Fondamenti di Segnali e Trasmissione

Allievi Ingegneri Informatici - sede di Cremona - a.a. 2007/08

I appello – 7 Luglio 2008

Esercizio 1

Si consideri il filtro con la risposta all'impulso $h(t)$ tracciata in figura:



a) E' causale? Determinare l'energia della forma d'onda $h(t)$.

b) Determinare la risposta in frequenza $H(f)$ del filtro, scrivere le espressioni e tracciarne i grafici di modulo e fase nel range $(-2/T, 2/T)$.

c) Determinare l'uscita $y(t)$ del filtro, e la sua potenza P_y , quando l'ingresso $x(t)$ vale:

1) $x(t) = A$

2) $x(t) = A \cos\left(\frac{3\pi t}{T}\right)$

3) $x(t) = A \operatorname{rect}\left(\frac{t}{2T}\right)$

Esercizio 2

Si vuole stabilire un collegamento tramite ponte radio per un flusso di dati tra due punti situati a 20 km di distanza. Alla frequenza scelta $f_0 = 2.4$ GHz, è disponibile una banda utilizzabile senza licenza di 20 MHz. Per mantenere bassa la complessità del sistema si vuole usare una semplice modulazione 4-QAM.

a) Stabilire il massimo bit-rate che si può trasmettere con i vincoli dati.

b) Assumendo come specifica $R_b = 10$ Mbps scegliere le forme d'onda che si possono utilizzare.

c) Calcolare l'attenuazione da spazio libero.

d) Dimensionare il guadagno dell'antenna al ricevitore in modo che la probabilità d'errore sia $P_b = 10^{-12}$, sapendo anche che:

- la potenza trasmessa è pari a 10 W
- la densità spettrale di potenza del rumore è pari a $N_0/2 = 5 \cdot 10^{-16}$ W/Hz
- il guadagno dell'antenna trasmittente non può essere maggiore di 30 dB.

(fac.) Come cambia il vincolo sull'antenna ricevente se si utilizza anche un codice BCH di parametri $(N, K, d) = (127, 92, 11)$, lasciando invariate le altre condizioni?

Soluzioni

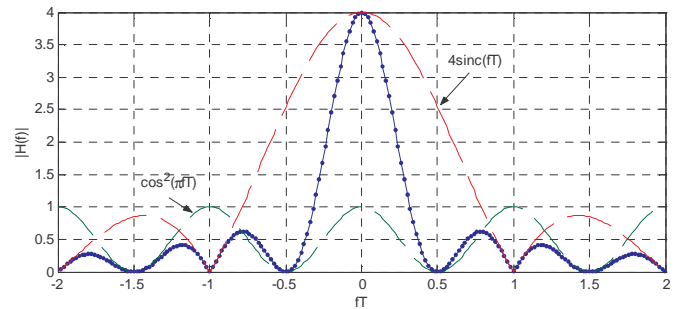
Esercizio 1

a) causale, $E = 6T$

$$\text{b) } H(f) = T \operatorname{sinc}(fT) \left(e^{-j\pi fT} + 2e^{-j3\pi fT} + e^{-j5\pi fT} \right) = 4T \operatorname{sinc}(fT) \cos^2(\pi fT) \exp(-j3\pi fT)$$

$$|H(f)| = 4T |\operatorname{sinc}(fT)| \cos^2(\pi fT),$$

$$\angle H(f) = \angle \operatorname{sinc}(fT) - 3\pi fT$$

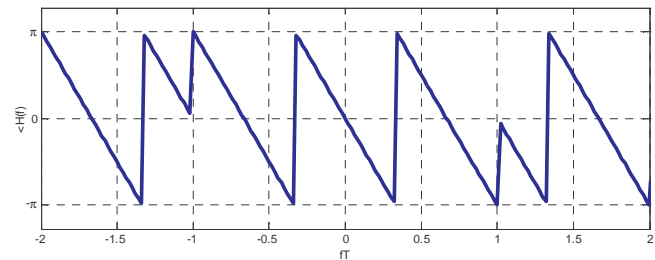


c1)

$$H(0) = 4T, \quad y(t) = 4AT, \quad P_y = 16A^2T^2$$

c2)

$$H\left(\frac{3}{2T}\right) = 0, \quad y(t) = 0, \quad P_y = 0$$



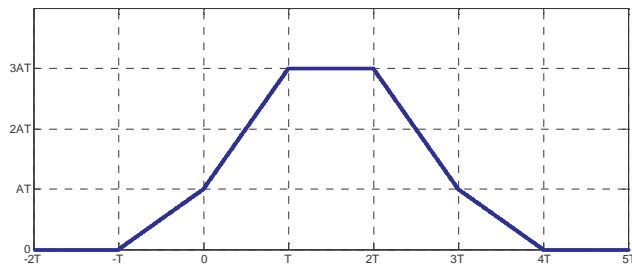
c3)

$$y(-T) = y(4T) = 0$$

$$y(0) = y(3T) = AT$$

$$y(T) = y(2T) = 3AT$$

$$P_y = 0$$



Esercizio 2

a) In banda passante con modulazione 4-QAM, $B = (1 + \alpha) \frac{R_b}{2} \Rightarrow R_b \leq 33 \text{ Mbps}$

b) radici di Nyquist con roll-off anche del 100%

$$\text{c) } \lambda = \frac{c}{f_0} = 12.5 \text{ cm} \Rightarrow \gamma_{SL} = 10 \log_{10} \left(\frac{4\pi R}{\lambda} \right)^2 = 126 \text{ dB}$$

d)

$$P_b = Q \left(\sqrt{\frac{2E_b}{N_0}} \right) = 10^{-12} \quad \text{con} \quad \frac{E_b}{N_0} \cong 14 \text{ dB} \Leftrightarrow E_b \cong 25N_0 = 2.5 \cdot 10^{-14} \text{ J} \Leftrightarrow$$

$$P_r = E_b R_b = 2.5 \cdot 10^{-7} \text{ W} = -36 \text{ dBm} \Leftrightarrow G_r = P_r - G_t - P_t + \gamma_{SL} = -36 \text{ dBm} - 30 - 40 \text{ dBm} + 126 = 20 \text{ dB}$$