Corso di Fondamenti di Segnali e Trasmissione

Allievi Ingegneri Informatici - sede di Cremona

II appello – 5 settembre 2005

Esercizio 1

Si consideri la forma d'onda gaussiana: $x(t) = A \exp\left(-\frac{t^2}{T^2}\right)$

a) Disegnare $x(t)$.
E' reale o immaginaria?
E' pari o dispari?
E' causale?
b) Calcolare l'energia di $x(t)$.
Suggerimento: si ricorda che $\int_{-\infty}^{+\infty} \exp(-\tau^2)\, d\tau = \sqrt{\pi}$
c) Determinare la TDF X(f), e disegnarne modulo e fase.
E' complessa, reale o immaginaria?
E' pari oppure dispari?
d) Per tutti gli scopi pratici si può assumere che la banda di $X(f)$ sia $1/T$. Determinare la banda a -10 dB.

Esercizio 2

Si consideri il filtro LTI con risposta all'impulso:

$$h(t) = -A\frac{2t}{T^2}\exp\left(-\frac{t^2}{T^2}\right) = \frac{d}{dt}\left[A\exp\left(-\frac{t^2}{T^2}\right)\right]$$

a) Disegnare $h(t)$.
E' reale o immaginaria?
E' pari o dispari?
E' causale?
b) Determinare la risposta in frequenza del sistema $H(f)$.
c) Disegnare modulo e fase di $H(f)$.
E' complessa, reale o immaginaria?
E' pari oppure dispari?
Di che tipo di filtro si tratta, approssimativamente?
d) All'ingresso del filtro sia applicato il segnale:

$$x(t) = 2 - \cos\left(\frac{\pi t}{2T}\right) + 2\sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right).$$

Determinare l'uscita ignorando i termini trascurabili.

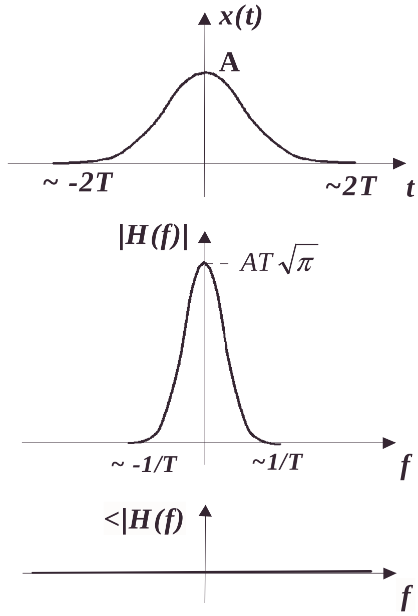
Esercizio 3

Lo standard di comunicazione *Wow-Fi* (nome di fantasia) prevede un collegamento radio a 54 Mbps in una banda B_c di 20 MHz centrata a f_0 = 2.4 *GHz*. Il canale complessivo (tenendo conto dei guadagni delle antenne) si può modellizzare come un canale ideale che introduce un'attenuazione complessiva di 64 dB.
Scegliere un sistema di modulazione adatto, e determinare la potenza che occorre trasmettere, perchè la P_b al ricevitore non superi 10^{-4}, assumendo una densità spettrale di potenza di rumore $N_0 / 2 = 2\ 10^{-18}$ [W/Hz].

<u>Soluzioni</u>

Esercizio 1

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



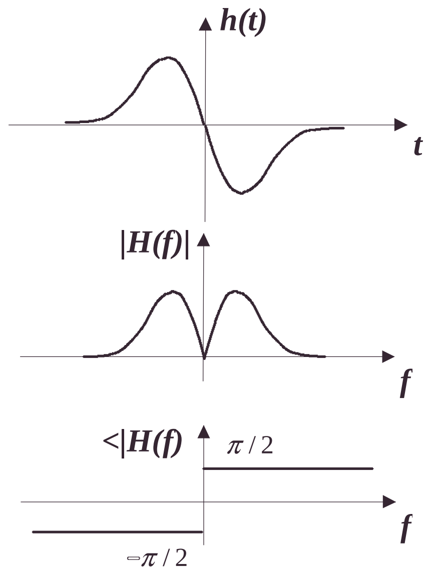
b) $E_x = A^2 \int_{-\infty}^{+\infty} \exp\left(-2t^2/T^2\right) dt = A^2 \frac{T}{\sqrt{2}}\sqrt{\pi}$

$\tau = \sqrt{2}t/T$

c) $X(f) = A\sqrt{\pi}T\ \exp\left(-\pi^2 T^2 f^2\right)$, reale, pari

d) $\left|X(B_{10})\right|^2 = \frac{|X|^2_{\max}}{10} = \frac{A^2\pi T^2}{10} \Rightarrow B_{10} \cong \frac{0.3415}{T} < \frac{1}{T}$

Esercizio 2



a) h(t) reale, dispari, non causale.

b) $H(f) = j2\pi f\ A\sqrt{\pi}T\ \exp\left(-\pi^2 T^2 f^2\right)$,

c) H(f) immaginaria, dispari, approx. filtro passa banda

d)

$\left|H(0)\right| = 0,\quad H\left(\frac{1}{4T}\right) \cong 1.5\, jAT,\quad H\left(\frac{1}{T}\right) = \cong 0.0006\, jAT$

$\Rightarrow\quad y(t) \cong 1.5\ AT \sin\left(\frac{\pi t}{2T}\right)$

Esercizio 3

Occorre una modulazione M-QAM (banda passante) con $B_{\min} = \frac{R_b}{\log_2 M} = \frac{54}{\log_2 M} MHz < B_c = 20\, MHz \quad \Rightarrow \quad M = 16$, 16-QAM:

$B = \frac{R_b}{4}(1+\alpha) = 20\, MHz \quad \Rightarrow \quad (1+\alpha) \cong 1.5, \quad \alpha = 50\%$, Ok

$P_b = \frac{3}{4} Q\left(\sqrt{\frac{4E_b}{5N_0}}\right) = 10^{-4} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{E_b}{N_0} \cong 12.5\ dB \quad \Rightarrow \quad P_r = 17.8\ R_b N_0 = -54.1\ dB_m \quad \Rightarrow \quad P_t = P_r + 64 = 9.9\ dB_m \cong 10\ mW$