

Corso di Fondamenti di Segnali e Trasmissione

Allievi Ingegneri Informatici - sede di Cremona - a.a. 2005/06

II appello – 5 Settembre 2006

Esercizio 1

Sia $g(t)$ la forma d'onda $g(t) = \cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right) \text{rect}\left(\frac{2t}{T}\right)$

- Determinare l'energia E_g di $g(t)$. E' causale?
- Calcolarne la TDF $G(f)$ e disegnarne il grafico di parte reale e immaginaria.
- Si consideri ora il segnale periodico:

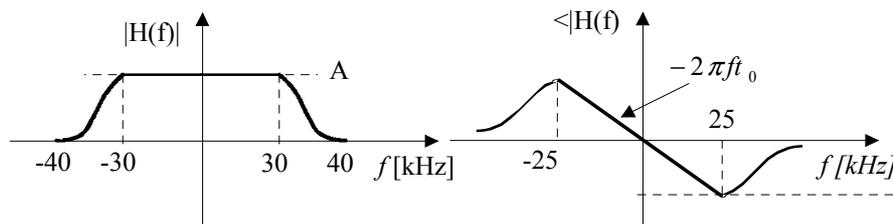
$$x(t) = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} g(t - kT_0) \quad \text{con} \quad T_0 = \frac{T}{2}$$

Disegnare il grafico e calcolare valor medio e potenza di $x(t)$.

- Calcolare la TDF $X(f)$ e disegnarne il grafico di parte reale e immaginaria fino a $|f| < 5/T$.

Esercizio 2

$x(t)$ è un segnale analogico di banda $B_x = 20$ kHz, che viene campionato a frequenza f_c . Al ricevitore è disponibile un filtro di ricostruzione con risposta in frequenza $H(f)$ tracciata in figura.



- E' possibile utilizzare tale filtro per ricostruire una versione non distorta di $x(t)$?
- Quanto deve valere, almeno, la frequenza di campionamento f_c ?
- Qual'è l'uscita del filtro immaginando di dargli in ingresso la sequenza dei campioni $\sum_n x(nT_c)\delta(t - nT_c)$.

Esercizio 3

Un collegamento radio utilizza una banda B_c di 20 MHz centrata a $f_0 = 2.4$ GHz ed una modulazione 16QAM con mapping di Gray.

- Qual è il tempo di simbolo T se il roll-off ammonta al 25%?
- Scrivere la generica espressione del segnale trasmesso, e quella del suo equivalente passa basso che modula in ampiezza (e fase) forme d'onda $g(t-kT)$.
- Se la densità spettrale di potenza di rumore al ricevitore $N_0 / 2$ è pari a $2 \cdot 10^{-18}$ [W/Hz], e l'energia ricevuta per bit E_b vale $1.6 \cdot 10^{-16}$ [J] qual'è la probabilità d'errore sul bit al ricevitore?

Soluzioni

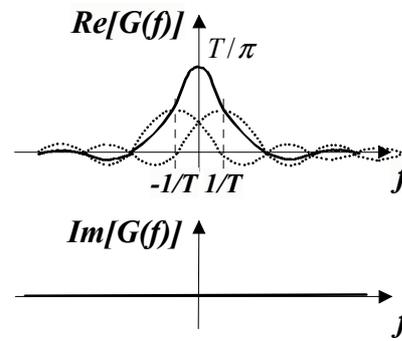
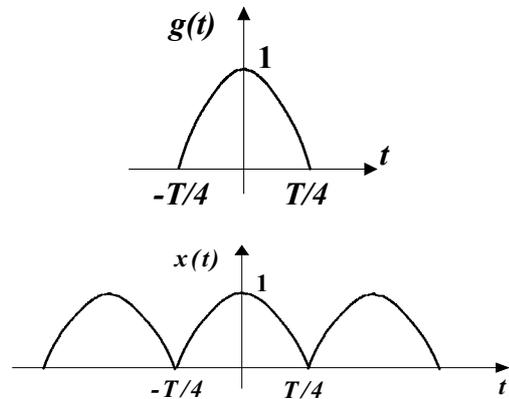
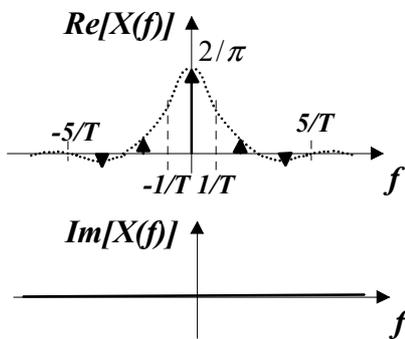
Esercizio 1

a) non causale, $E_g = T/4$

$$b) G(f) = \frac{T}{4} \left(\text{sinc} \left(\frac{fT}{2} - \frac{1}{2} \right) + \text{sinc} \left(\frac{fT}{2} + \frac{1}{2} \right) \right)$$

c) $P = E_g / T_0 = 1/2$, $m = 2/\pi$

$$d) X(f) = \frac{2}{T} \sum_n G \left(\frac{2n}{T} \right) \delta \left(f - \frac{2n}{T} \right)$$



Esercizio 2

a) Si perchè ha ampiezza costante e fase lineare nella banda di $x(t)$

b) Per non avere *aliasing* occorre che $f_c - B_x \geq 40 \text{ kHz} \Rightarrow f_c \geq 60 \text{ kHz}$

$$c) \frac{A}{T_c} x(t - t_0)$$

Esercizio 3

a) In banda passante, senza ISI, $B = \frac{1}{T}(1 + \alpha)$, quindi $T = \frac{(1 + \alpha)}{B} = 0.0625 \mu\text{s}$

$$b) s(t) = \sum_k a_k g(t - kT) \cos(2\pi f_0 t) + \sum_k b_k g(t - kT) \sin(2\pi f_0 t), \quad \tilde{s}(t) = \sum_k (a_k + j b_k) g(t - kT), \quad a_k, b_k \in \{\pm 1, \pm 3\}$$

c) Con mapping di Gray $P_b \cong \frac{2}{\log_2 16} Q \left(\sqrt{\frac{4 E_b}{5 N_0}} \right) = 10^{-8}$ con $\frac{E_b}{N_0} = \frac{1.6 \cdot 10^{-16}}{4 \cdot 10^{-18}} = 16 \text{ dB}$