Corso di Fondamenti di Segnali e Trasmissione

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

I appello – 28 luglio 2006

Esercizio 1

Sia $g(t)$ la risposta all'impulso di un filtro LTI rappresentata in fig.1:

a) Il filtro è causale? Determinare l'energia E_g di $g(t)$.
b) Determinare la risposta in frequenza del filtro e tracciarne i grafici di modulo e fase (considerare $|G(f)| = 0, \quad \forall |f| > 4/T$)
c) Di che tipo di filtro si tratta, approssimativamente?
d) Si consideri ora la combinazione dei blocchi in figura 2:

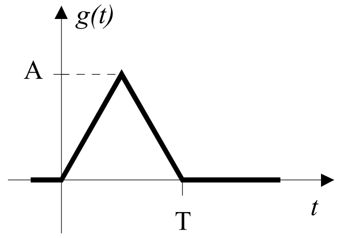


Figura 1

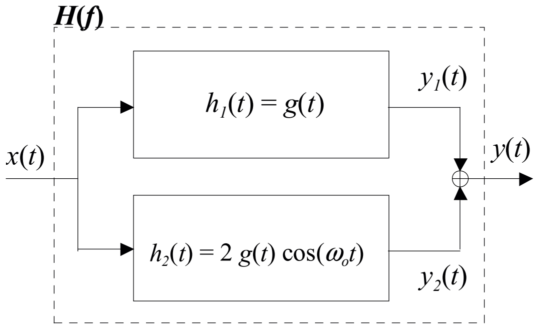
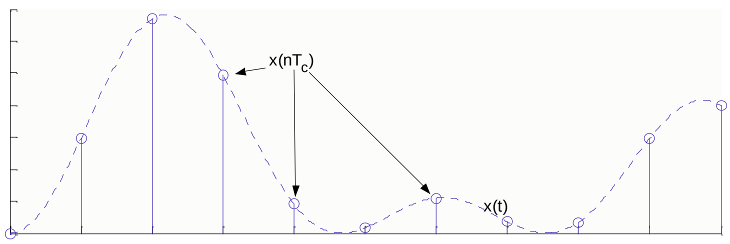


Figura 2

dove $h_1(t)$ e $h_2(t)$ sono le risposte all'impulso di due filtri LTI, $g(t)$ è quella di fig. 1 e $\omega_0 = 2\pi f_0$ con f_0=100/T. Determinare la risposta in frequenza $H(f)$ del sistema LTI che ha $x(t)$ come ingresso e $y(t)$ come uscita. Disegnare il grafico del modulo di $H(f)$.
e) Se $x(t) = \sin^2(100\pi t/T) + \cos(100\pi t/T)$ determinare l'uscita $y(t)$ del sistema.

Esercizio 2

Sia $x(nT_c)$ la sequenza dei campioni letti con ritmo f_c=1/T_c da un segnale analogico $x(t)$ di banda $B<f_c/2$.
a) E' vero che esistono infiniti segnali analogici che passano per i campioni $x(nT_c)$?
b) Se è vero, $x(t)$ è distinguibile dagli altri, cioè è possibile ricostruirlo? Perché è distinguibile?
c) Se è falso, verificare per esempio il segnale $x(t)\cos(2\pi f_c t)$.



Esercizio 3

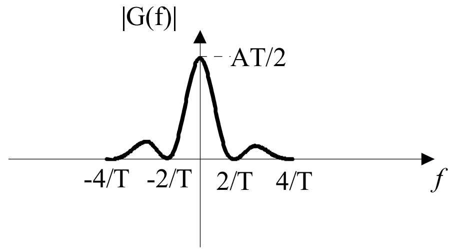
Un collegamento in banda base, su doppino di banda B_c=3.6 kHz, utilizza una modulazione d'ampiezza a 64 livelli, di forme d'onda a radice di Nyquist con roll-off $\alpha = 0.2$.
a) Qualè il massimo ritmo a cui si possono trasmettere i simboli senza ISI? Quale quindi il massimo bit rate del collegamento?
b) Quale E_b/N_0 occorre (approssimativamente) per avere $P_b=10^{-5}$ con mapping di Gray?

Soluzioni

Esercizio 1

a) filtro causale, $E_g = A^2 T/3$

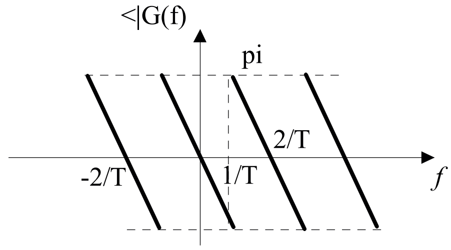
b) $G(f) = A\dfrac{T}{2}\operatorname{sinc}^2(fT/2)\, e^{-j\pi fT}$

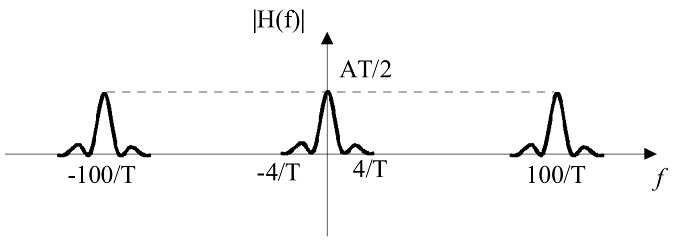


c) appross. passa-basso

d) $H(f) = H_1(f) + H_2(f) = G(f) + G(f+f_0) + G(f-f_0) =$

$$\frac{AT}{2}\left[\operatorname{sinc}^2\left(\frac{fT}{2}\right) + \operatorname{sinc}^2\left(\frac{(f+f_0)T}{2}\right) + \operatorname{sinc}^2\left(\frac{(f-f_0)T}{2}\right)\right] e^{-j\pi fT}$$





e) $H(0) = H\left(\dfrac{100}{T}\right) = \dfrac{AT}{2}, \quad H\left(\dfrac{50}{T}\right) = 0$

$$y(t) = \frac{AT}{2}\sin^2\left(\frac{100\pi t}{T}\right)$$

Esercizio 2

a) Vero

b) E’ distinguibile perchè è l’unico di banda inferiore a $f_c/2$

c) Passa per gli stessi campioni, ma ha banda $B+f_c$

Esercizio 3

a) In banda base, senza ISI, $B = \dfrac{1}{2T}(1+\alpha)$. Poichè $R_s = \dfrac{1}{T}$ e occorre $B \le B_c$, si ha $R_s \le \dfrac{2B_c}{(1+\alpha)} = 6\ kbaud$ e con un 64PAM

$R_b = R_s \log_2 64 \le 36\ kbps$

b) Con mapping di Gray $P_b \cong \dfrac{2}{\log_2 64} Q\left(\sqrt{\dfrac{18}{4095}\dfrac{2E_b}{N_0}}\right) = 10^{-5} \iff \dfrac{E_b}{N_0} = 9\ dB + \left.\dfrac{4095}{18}\right|_{dB} = 32.6\ dB$