Corso di Fondamenti di Segnali e Trasmissione

Allievi Ingegneri Informatici - sede di Cremona - a.a. 2008/09

II prova in itinere – 29 Giugno 2009

Esercizio 1

Un filtro lineare tempo-invariante con risposta in frequenza $H(f) = \text{sinc}(fT)\,e^{-j\pi fT}$ è sollecitato con un ingresso $x(t) = A\ \text{tri}\left(\frac{t-T}{T}\right)$. Sia $y(t)$ l'uscita del filtro.

a) Ricavare e disegnare la risposta all'impulso $h(t)$. Il filtro è causale?

b) La forma d'onda $y(t)$ è continua? Determinare istante di inizio e durata di $y(t)$. Determinare l'area sottesa da $y(t)$.

c) Calcolare l'espressione analitica di $y(t)$ negli intervalli $(0,T)$, $(T,2T)$ e $(2T,3T)$. Verificare la risposta data al punto b) sulla continuità di $y(t)$. Disegnarne l'andamento.

d) La TDF dell'uscita, $Y(f)$ è reale o immaginaria, pari o dispari? Calcolare la TDF dell'uscita, $Y(f)$. E' possibile anticipando $y(t)$ ottenere una TDF reale e pari?

Esercizio 2

Un collegamento da satellite a frequenza f_0 = 3 GHz va dimensionato per inviare a terra R_b = 5 Mbps in una banda di 2.5 MHz.

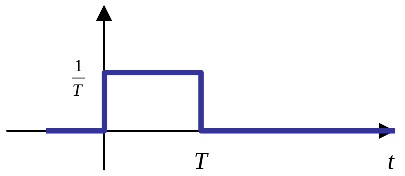
a) Scegliere una modulazione adatta ed il roll-off massimo che ci si può permettere. Con la modulazione scelta determinare l'E_b/N_0 necessario al ricevitore per avere $P_b=3\cdot10^{-4}$.

b) Assumendo una distanza terra-satellite di 36000 km, un guadagno per l'antenna satellitare G_t = 20 dB, una potenza trasmessa P_t = 100 W, ed una densità spettrale di potenza di rumore gaussiano bianco pari a $S_N(f) = N_0/2 = 10^{-20}$ W/Hz, determinare il guadagno dell'antenna ricevente G_r necessario a garantire la probabilità d'errore $P_b = 3\cdot10^{-4}$ del punto precedente.

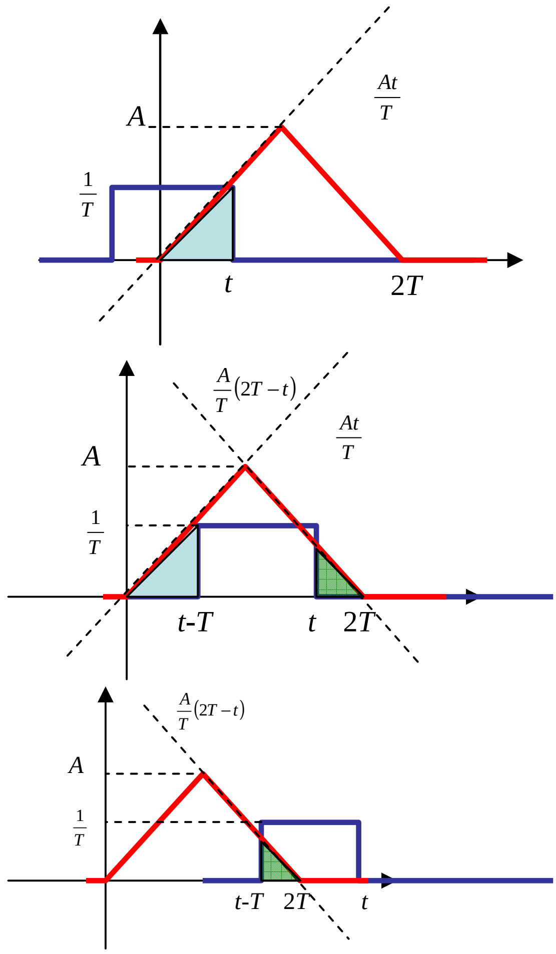
Soluzioni

Esercizio 1

a) $h(t)=\frac{1}{T}\,rect\left(\frac{t-T/2}{T}\right)$, causale



b) $y(t)$ continua, inizia in t=0, dura 3T, sottende AT



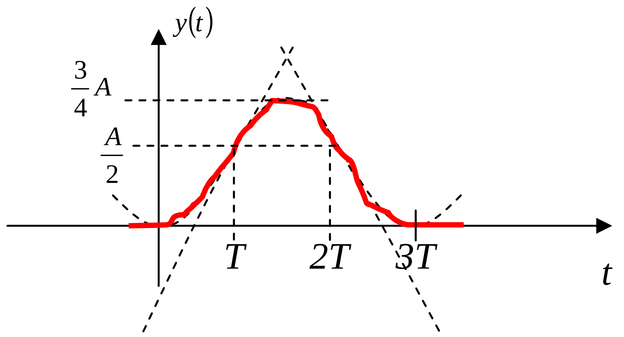
c) Per $0 \le t \le T$, $y(t)=\frac{At^2}{2T^2}$

Per $T \le t \le 2T$,

$$y(t)=AT\,\frac{1}{T}-\frac{A(t-T)^2}{2T^2}-\frac{A(2T-t)^2}{2T^2}=\frac{3}{4}A-\frac{A}{T^2}\left(t-\frac{3}{2}T\right)^2$$

Per $2T \le t \le 3T$,

$$y(t)=\frac{1}{2}(3T-t)\frac{A(3T-t)}{T^2}=\frac{A(3T-t)^2}{2T^2}$$



d) $Y(f)=A\,\mathrm{sinc}^3(fT)\,e^{-j3\pi fT}$, con simmetria complessa coniugata
Diventa reale e pari anticipando $y(t)$ di 3T/2.

Esercizio 2

a) In banda passante con modulazione M^2-QAM, $\frac{(1+\alpha)5Mbps}{2\log M}\le 2.5MHz \;\Rightarrow\; M=4,\ \alpha\le 1$.

Con 16-QAM $P_b=\frac{3}{4}Q\left(\sqrt{\frac{2}{5}\frac{2E_b}{N_0}}\right)=3\cdot10^{-4}$ $\quad con \quad \frac{E_b}{N_0}\cong 11.5\,dB \;\Leftrightarrow\; E_b\cong 14N_0$

b) $P_r=E_bR_b=1.4\cdot10^{-12}W=-118.5\,dBw,$ e $\lambda=\frac{c}{f_0}=10\,cm \;\Rightarrow\; \gamma_{SL}=10\log_{10}\left(\frac{4\pi R}{\lambda}\right)^2=193.1\,dB$

$G_r=P_r-G_t-P_t+\gamma_{SL}=-118.5\,dBw-20-20\,dBw+193.1=34.6\,dB$